

EMIL BRAUNWEILER

FIZIKA BE FORMULIŲ

IŠ ANTROSIOS ORIGINALO LAIDOS
VERTĖ A. JUŠKA IR A. KALINAUSKAS

REDAGAVO A. JUŠKA

LIETUVOS VALSTYBINĖ LEIDYKLA



Lietuviškojo vertimo redaktoriaus žodis

Autorius savo knygą baigė 1939 m. vasarą. Pusei metų nepraslinkus, prireikė antrojo leidimo. Tatai rodo didžiulį knygos pasisekimą, kas ir paskatino mus imtis tą knygą išversti lietuviškai. Kad skaitytojui būtų lengviau, pakeitėm tikrinius vardus lietuviškais ir šiaip kai ką pritaikėm lietuviui skaitytojui. Manome, kad tatai nepažeis autoriaus teisių, su kuriuo dėl karo aplinkybių, būdami visai atskirti nuo Vakarų, negalėjome susisiekti ir apsirūpinti reikiama jo sutikimais.

Knygą skiriame visiems suaugusiems, kurie domisi fizika ir jos naujais pasiekimais. Mūsų manymu, ji bus itin naudinga pradžios mokyklų mokytojams, maža lietuviškai teturintiems pasiskaityti naujų raštų iš fizikos, su kurios reiškiniais tenka susidurti mokyklos darbe.

Tebūnie toji knyga taip pat mažas indėlis į naują lietuvių vokiečių bendravimą, kuris prasidėjo š. m. birželio mėn. 22 dieną.

Kaunas, 1941 m. liepa.

Dr. A. Juška

53
Br-49



Pratartis

Žinomas vokiečių fizikas Ernst Zimmer, knygos „Fizikos pasaulėvaizdžio perversmas“ („Umsturz im Weltbild der Physik“) autorius, parašė šiai knygai tokią pratartį:

Kiekvienas mūsų yra fizikas; nes kiekvienas kasdien taiko fizikos dėsnius — sąmoningai ar ne — tai jau kitas reikalas; kiekvienas vartoja aparatus, kuriuos fizikai išgalvojo ir padarė. Ar galime suvokti tą fiziką, kuri valdo mūsų kasdienį gyvenimą? Ar galime atsakyti į klausimus, kurie nuolat veržiasi į galvą, sakysim, kai mes užsisukame radiją, pamatome lėktuvą arba girdime kalbant apie suktukinį kompasą bei televizinį prietaisą? Daugelis klausiančių yra tikrai visiškai primiršę mokykloje įgytas savo žinias; daugelio kasdienis įgytasis žinojimas nėra sutvarkytas ir daug kur neaiškus. Čia reikalingas fizikas, kuris prastais žodžiais, bet meistrišku sugebėjimu sutvarkytų netikslūs patyrimus, juos tarp savęs susietų ir pakeltų į aiškaus pažinimo lygį. Šios knygos autorius ir pateikia ne fiziko specialisto matematiškai sudorotus duomenis, bet tenkinasi kuklesniu, nors pedagogiškai ir nė kiek nelengvesniu, uždaviniu: jis duoda labai tikslų, kiek tatai yra be formulių ir skaičiavimų iš viso galima, fizikos vaizdą. Ši knyga yra vadovas, kuriam mielai galima pasitikėti, nes jis moka pasiekti užsibrėžtąją tikslą. Tegu iš tos knygos ko didžiausias skaitytojų skaičius turi naudos ir pasitenkinimo!

Ernst Zimmer



I v a d a s.

DU BROLIAI: IGNAS IR ALGIS.

Pastaruoju metu daugeliui populiarių knygų autorių puikiai pavyko pasiekti savo tikslą — parašyti gyvą ir visiems suprantamą knygą, įvelkant savo aiškinimus į dviejų asmenų pasikalbėjimą. Pats su pasigėrėjimu skaitęs tokių knygų, deduos į tokių autorių eilę ir pateikiu šią fizikos knygą pavidalu pasikalbėjimo dviejų brolių, Igno ir Algio, iš kurių pirmasis yra studijavęs fiziką, taigi yra specialistas, ir kuris pasiryzo savo jaunąjį brolių Algį įvesdinti į šio mokslo ir jo pritaikymų sritį.

1 skyrius.

Kas yra fizika?

Šiuo klausimu užsipuolė keturiolikametis Algis savo broliui Igną, kuris universitete studijavo matematiką ir fiziką, bet namie nieko nepasakojo apie tuos, matyt, pavojuingus dalykus.

Gamtos mokslai.

„Taip“, tarė Ignas, „tai nelengva atsakyti. Geriausiai manė suprasi, jei aš tau pasakysiu tiesiog eilę pavyzdžių, kurie tau nebus sunkiai suvokiami. Kad fizika yra vienas gamtos mokslų, tai būsi jau, žinoma, girdėjęs?“

„Gamtos mokslų?“ paklausė Algis, patęsdamas paskutinį skiemenį. „Argi yra keletas gamtos mokslų?“

„Žinoma, Algi! Tik pagalvok, ką mes galime gamtoje pamatyti. Tik pažvelk pro langą! Ką tu čia kaip tik matai?“

„Muselę“.

„Štai — ir turime gamtos mokslui padarėlį! Kurio dalyko mokydami susiduriame su muse?“

„Moksle apie gyvulius“.

„Na, matai, jau ir turime vieną gamtos mokslų, iš graikiško zoologija vadinamą. Šalia jos yra mokslas apie augalus, arba botanika. Zoologija ir botanika mums pasakoja apie visokias gyvulių ir augalų rūšis, kur jų yra, kaip ir iš ko jos gyvena, kaip dauginasi bei plečiasi ir panašius dalykus. Na, o kas gi dar yra gamtoje?“

„Mes patys!“ Algis tiesiog džiūgavo savo atsakymu. Tačiau Ignas nesijuokė. „Žinoma, žmogus taip pat yra gamtos dalis. Taigi turi būti ir mokslas apie žmones. Tik svetimo žodžio antropologijos tu, tur būt, nebūsi girdėjęs“.

„Ne“, prisipažino Algis, „aš visada maniau, kad biologija yra mokslas apie žmogų“.

„Tu ir neklysti“, — pripažino Ignas — „tačiau biologija tyrinėja ne tik žmogų, bet taip pat ir gyvulius. Tiesa, ji nenagrinėja gyvulių kaip ištisių gyvų padarų, nes tada ji būtų ta pati zoologija, bet ji tiria kūno vidaus veikimą, pvz., širdies, plaučių, jaknų ir k. Taigi matai, Algi, kiek mokslų tiria vien gyvuosius gamtos padarus. Bet gamtai taip pat priklauso ir negyvosios medžiagos, pati žemė, oras, vanduo ir kiti tokie dalykai. Tiems padarams tirti yra savų mokslų. O jau visi tie mokslai drauge ir vadinami gamtos mokslais“.

Algis ėmė tiesiog stebėtis.

„Vieni vardai bus jau sunku įsiminti, tai ką jau bekalbėti apie pačius mokslus. Papasakok man plačiau apie negyvąją gamtą“.

*Kas yra
fizika?*

„Na, matai“, tarė vyresnysis brolis, „dabar jau galime pamažu paliesti ir tavo pirmąjį klausimą, kas yra, būtent, fizika. Iš negyvosios gamtos mokslų mes pirmiausia dar paminėsime geologiją. Ji tiria žemės sluoksnius, aiškina žemės drebėjimų priežastis, ugniakalnių kilmę ir padeda mums surasti gražių suakmenėjimų. Pačius tuos suakmenėjimus aiškinti toliau pasiima paleontologija. Ji mums pasakoja apie milžiniškus skrajojančius driežus, apie gyvulius, kurie buvo 20 m ilgio, 8 m aukščio ir gyveno žemėje prieš daugelį milijonų metų. Toliau paminėtinas chemijos mokslas, kurio vardą tu jau dažnai būsi girdėjęs. Kas yra cheminis reiškiny, gal tu ir pats žinai. Gal pasakytum pavyzdį?“

Šiek tiek abejodamas, Algis tarė: „Gerai; kai geležis rūdija!“

„Teisingai! Tai iš tikrųjų cheminis vyksmas. O jei aš iš didžiulio geležies bloko nulieju geležinkelio bėgius, tai jau bus nebe cheminis reiškiny. O kodėl ne? Tai kokia gi pagrindinė cheminio reiškinių žymė?“

„Šito nežinau“, prisipažino Algis. „Ką aš pasakiau apie rūdijimą, tai tik spėjau“.

„Labai paprasta. Rūdys yra vidinis geležies pakaitalas. Tiesą sakant, rūdys net jau nebe geležis, bet visai kita medžiaga. Tuo tarpu geležies blokas ir bėgis yra vienos ir tos pačios medžiagos, tik nevienodo pavidalo. Taigi cheminiai reiškiniai yra tokie, kuriems vykstant medžiaga keičia savo vidaus sudėtį, savo struktūrą, virsta visai nauja medžiaga. Na, dabar pamėgink man pasakyti dar koki reiškinį, arba procesą, kaip chemijoje kad įprasta sakyti!“

Algis susimąstė. Jau buvo benorįs paminėti švino tirpimą, bet susiprato, kad ištirpdytas švinas susideda taip pat tik iš švino, kaip ir paprastas kietasis švinas. Taigi tirpimas tikrai jau ne chemija. Palūkėjęs, dingtelėjo nauja, rodos, geresnė mintis.

„Ugnis!“, sušuko jis, didžiuodamasis savo sumanumu.

„Gerai“, pripažino Ignas. „Ką gi ugnyje turime prieš procesą ir po jo?“

„Iš karto turime malkų arba anglių, o paskui dūmų ir kažkokių dujų, rūkstančių iš kamino“.

„Teisingai. Panašūs reiškiniai yra ir maisto gedimas, alaus rūgimas, kur staiga atsiranda alkoholio, ir t.t. Va, dabar jau savaime lieka dalis negyvosios gamtos reiškinių, kurių metu kūnai esmingai nesikeičia, medžiagos lieka tos pačios. Čia priklausomai pačių kūnų tyrimas, o taip pat ir tokie reiškiniai, kaip šilimas arba aušimas, kaip tirpimas arba garavimas ir panašūs. Žiūrėk, Algi, tai ir yra fizika! Mokslas apie tokius reiškinius ir yra fizika!“

„Bet tokiu atveju fizika, palyginus su chemija, atrodo labai paprastas mokslas“, įterpė Algis.

„Nevisai“, šypsojosi Ignas, mat, jam buvo malonu pabrėžti savo mėgiamojo dalyko vertę, „nes fizikai priklauso dar daug ir painesnių dalykų! Jai, būtent, priklauso ir tie reiškiniai, kuriuose visai nedalyvauja paprastieji mums žinomieji kūnai. Jie kaip tik ir sudaro pačius sunkiuosius fizikos skyrius. Tik pagalvok apie tokius dalykus, kaip šviesa, elektra, magnetizmas, ir tuojau pamatysi, kokia be galo didelė fizikos sritis. Ir jei tu dar pagalvosi, kokia didelė elektrotechnikos pažanga, tai tuojau suprasi, kad fizika nėra benaudis žaislelis, bet mokslas didžiausios praktinės reikšmės visiems žmonėms. Be fizikos nebūtų technikos, nebūtų pramonės, nebūtų šių dienų susisieki-mo, trumpai sakant, beveik nieko to, kuo mes kasdien naudojame, kas mums atrodo savaime suprantama. Dabar, tur būt, jau nujauti, kad verta su tokiu mokslu arčiau susipažinti. Nesunkinsiu aš tavęs fizikoje įprastais skaičiavimais. Juos tu vis tiek kažin ar suprastum, pagaliau, jie tau būtų nuobodūs. Bet, apskritai, fizikos dalykus galima išmanyti ir be skaičiavimo; o fizika ir tavo jaunai galvai yra prieinama. Kartas nuo karto po valandėlę apie fiziką pasikalbėjus, tu netrukus nustebsi, kai imsi suprasti tokius paslaptinius ir dažnai girdimus žodžius, kaip suktukinis kompasas, srovės linijų pavidalas, povandeninis laivas, radijas, kintamoji srovė ir kiti tokie dailūs pavadinimai. Ir jei atidžiai visą laiką seksi, tai kurią gražią dieną suprasi net ir televiziją!“

Algiui akys spindėjo. Labai seniai jis troško suprasti ką nors tokio, kas plačiai dar nebuvo žinoma, kuo galėtų nustebinti savo klasės ar žaidimų draugus; tai buvo senas jo troškimas! Tad ir ši kartą jis buvo nuoširdžiai susižavėjęs.

„Ar negalėtum, Ignai, iš karto pradėti televiziją?“ paprašė Algis.

Ignas balsiai nusijuokė. Jis taip juokėsi, kad Algis ėmė pykti ant visos fizikos. Tik televizija jo nepaleido, ir jis, pagaliau, paklausė: „Ko gi tu čia juokies?“

„Kad tu iš karto nori permąstyti televiziją! Tu manai, kad visa taip jau paprasta! Ne, Algi, tai būtų lygiai tas pat, jei, sakysime, architektas, statydamas namus, pradėtų nuo stogo ir, jį padaręs, bandytų po juo pakišti pamatus ir sienas. Taip

negalima. Arba pradedama nuo pamatų, arba iš viso namų negalima pastatyti. Taip pat ir fizikoje. Arba pirma susipažįstama su jos pamatais, su jos paprastesniais reiškiniiais, arba — nėra ko iš viso nė pradėti. Ištraukti ką nors iš vidurio ir tai dar sunkesnio — niekai, negalima. Taigi viena iš dviejų: arba laiptas po laipto į fizikos aukštybes, arba visai nieko?“

„Tebūnie tada paeiliui, jei kitaip negalima“, sutiko ir drauge prašė Algis.

„Tu pamatysi, kad gailėtis neteks! Jau pirmieji įvedamieji skyriai parodys mums tiek daug svarbių ir įdomių dalykų, kad mums nė karto neteks nuobodžiauti. O pirmąjį mūsų pasikalbėjimą šiuo ir baigiame!“

I DALIS.

Temperatūra ir šiluma.

2 skyrius.

Kuriuos kūnų būvius skiriame?

Praslinkus kelioms dienoms — ore kaip tik smarkiai lijo, ir žaisti futbolą buvo neįmanoma — Algis priminė savo broliui jo pažadą.

„Ignai, pradėkime fiziką, jei tu dabar turi laiko!“

„Mielai“, atsakė užkalbintasis ir kalbėjo toliau rimtai: „Tu dar atsiminsi, kad lengvesnioji fizikos dalis kalba apie negyvas medžiagas ir tuos jų reiškinius, kurių metu nekinta jų vidinė santvarka. Čia mes ir pradėsime. Apžvelkime savo aplinkos daiktus ir pamėginkime juos pirmiausia kaip nors suskirstyti. Apsidairyk ir sakyk, kokius daiktus matai!“

Algis tuojau ėmė minėti vieną daiktą po kito. Pirmiausia: „Čia stalas!“ „O iš ko jis padarytas?“ „Iš medžio“. „Toliau! Ką dar matai?“ „Ąsotį su vandeniu“.

„Gerai! Čia tuoj jau matome kai ką svarbaus: koks skirtumas tarp medžio ir vandens?“

Algis akimirką pagalvojo. Kokia čia slepiasi gudrybė? Ir atsargiai atsakė: „Vanduo skystas, o medis ne“.

Bet Ignas nesijuokė. „Na, matai, jau ir turime vieną sąvoką, vieną žodį, kuris mums reikalingas, būtent, s k y s t a s. Tai gi yra skystų kūnų! O kokių gi dar yra? „K i e t ū kūnų“. „Ir dar? Tik pagalvok apie orą. Tai taip pat gi medžiaga!“ „Tat ir oras“, tarė Algis.

„Ne, ne, nevisai taip! O ko pripildomas balionas, cepelinai?“ „Anksčiau buvo pripildomas vandenilio, o dabar—helijo“.

*Kieta, skysta
ir dujinė.*

„Bet tų medžiagų negalima juk vadinti oru! Čia reikalingas jau visoms tokioms medžiagoms vardas. Visas jas drauge vadiname dujomis. Ir tuo būdu radome, kad yra kietų, skystų ir dujinių kūnų. Ar yra dar be šių ir daugiau medžiagos būvių?“ „Taip“. „Iš tikrųjų?“ paklausė Ignas nustebęs. „Tai pasakyk kokią nors medžiagą dar kokio būvio?“ „Tortas“, nusijuokė Algis.

„Taip, manęs visai nestebina, kad tu apie tortus galvoji! Bet, rimtai kalbant, tortas yra padarytas vien iš mišinio kietų ir skystų medžiagų, kaip ir kiekviena tešla. Ir jei visas vanduo išgaruotų iš torto arba iš duonos, tai visas likutis būtų kietas. Taigi įsidėmėk, Algi: visi kūnai yra vieno iš trijų būvių: kieti, skysti arba dujiniai! O dabar tuoj kelsime klausimą. Ar gali viena kuri medžiaga būti dviejuose ar net visuose trijuose būviuose?“

Čia jau reikėjo gerai pagalvoti. Pagaliau, Algis susigalvojo. „Taip, gali. Pavyzdžiui, vanduo pasitaiko ir skystas, ir kietas, sušalęs į ledą!“

*Kas yra
debesys?*

„Teisingai! Vanduo kaip tik yra tinkamas pavyzdys. Jis gali būti net visuose trijuose būviuose! Sakyk, ar matei jau dujinį vandenį?“ „Taip, debesys!“ „Klysti“, pertraukė nustebusį Algį Ignas. „Visiškai klysti! Debesys yra sudaryti iš mažyčių vandens lašelių, taip mažų, kad jie plūduriuoja ore, lyg pūkeliai. Bet vis dėlto tie lašeliai skysti, ne dujiniai!“

„Tai ir garvežio garai taip pat skysti?“ suabejojo Algis.

„Taip, skysti! Baltieji garvežio garų debesys, kuriuos matome pravažiuojant traukiniui, jau susideda iš mažų vandens lašelių. Bet prie garvežio gali pamatyti ir tikrą dujinį vandenį. Tik atkreipk, kaip reikiant, akį į garus, išsiveržiančius iš garvežio! Tu pamatysi, kad baltieji debesys pasirodo tik kokius 10 cm atstu nuo garus išleidžiamojo vamzdžio (pav. 1). O prie paties vamzdžio galo atrodo lyg nieko nebūtų. Iš tikrųjų ten veržiasi tikri dujiniai vandens garai, kurių nematome; jiems atvėsus, susidaro maži lašelyčiai, kuriuos ir imame matyti. Jei gryniesi vandens garai būtų matomi, tai juos matytume ir ore, kur jų daug yra. Ir kvėpuodami leidžiame daug vandens garų, bet tik dideliame šaltyje jie tiek atvėsta, kad susidaro iš laše-

lių visas rūkas, kuris, kaip iš kamino, rūksta iš nosies ar burnos!“

„Tai ir rūkas yra skystis?“

„Žinoma, lygiai kaip debesys, taip ir rūkas susideda iš skystų vandens lašelių“.

„Tai kodėl tada mes sakome vandens garai, o ne vandens dujos?“ paklausė Algis.

„Apie tai mes dar pakalbėsime. Garų vardas atsirado dar tada, kai žmonės apie dujas iš viso dar maža nežinojo. O dabar vandens dujomis vadiname visai ką kitą: dujas, kurios yra panašios į kai kur miestuose vartojamas degamąsias dujas. Šiaip jau kokio nors skirtumo tarp garų ir dujų nėra. Taigi vanduo yra medžiaga, kuri gali būti ir kieta, ir skysta, ir dujinė“.



Pav. 1.

3 skyrius.

Perėjimas iš vieno būvio į kitą.

Po trumpos pertraukos Ignas vėl aiškino: „Vanduo yra ypatingai vykęs pavyzdys medžiagos, kuri gali būti visuose trijuose būviuose. Jiė visi trys pasitaiko pačioje gamtoje. Tattai esti tik su visai nedaugeliu medžiagų. Todėl mums tuojau kyla klausimas: kas verčia vandenį keisti savo būvį?“

„Šaltis arba šiluma“, atsakė Algis.

„Truputį neaiškiai išsireiškėi; šiaip jau būtų beveik teisinga. Vandens būvis pareina nuo temperatūros, — reikėtų taip pasakyti. Žodį „šiluma“ reikėtų vartoti su didžiausiu atsargumu; mes, mat, netrukus pamatysime, kad šiluma yra visai kas kita negu temperatūra! Besikeičianti temperatūra matuojama...?“

Temperatūra.

„Laipsniais“, išspraudė Algis.

„...Celsijaus laipsniais su termometru; toji temperatūra ir yra, būtent, tokio būvio pasikeitimo priežastis. Žemoj temperatūroj vanduo sušąla, pasidaro kietas, vidutinėj temperatūroj jis skystas, aukštoj temperatūroj — dujinis. Beje, Algi, kaip vadinasi kūno perėjimas iš kieto į skystą būvį?“ „Tirpimas“.

Tirpimas.

Kietėjimas. „O iš skysto į kieta?“ „Šalimas, stingimas!“ „Kalbant apie vandenį — teisinga! Bet jei ištirpdyta geležis vėl atvėsta, tai kaip tada sakome?“ „Kietėja, o ne sušąla“. „Teisingai! Tas tirpimas ir sušalimas, arba kietėjimas, vyksta tam tikroje temperatūroje. Kokia gi temperatūra yra vandens sušilimo arba ledo tirpimo temperatūra?“

„Nulis laipsnių! Nulio temperatūroje ima tirpti ledas ir sniegas“. „Taip! Krintant temperatūrai, taip pat nulio laipsnyje vanduo ima sušalti į ledą. Dabar toliau. Kaip vadiname perėjimą iš skysto į dujinį būvį?“

„Virimas“, sumojo atsakyti Algis. Bet Ignas buvo nevisai patenkintas. „Tai tik iš dalies tėra teisinga“, kalbėjo jis. „Tik pagalvok apie tokį dalyką: užtėkšk truputį vandens ant stalo. Tas vanduo, žinoma, skystas. Bet už kokios valandos to vandens lašo tu neberasi: jis dingo! Kur gi pasidėjo vanduo?“

„Jis išdžiūvo!“

Garavimas. „Na, matai! Taigi vanduo gali ir pamažu išgaruoti, išdžiūti. Verdant vandeniui, jis ypatingai greitai garuoja, užtat ir virimas susijęs su tam tikra aukšta temperatūra. Pvz., vanduo verda tik 100 laipsnių temperatūroje, o kiekvienoje kitoje temperatūroje, kurioje mes paprastai gyvename, džiūsta, garuoja. Perėjimą iš skysto į dujinį būvį vadiname *garavimu*, tačiau skirsime lėtą džiuvimą bet kurioje temperatūroje nuo virimo, kai skystimas itin smarkiai garuoja, tam tikroje, dažniausiai aukštoje, temperatūroje. O kaipgi, pagaliau, vadiname priešingą garavimui vyksmą?“

„To jau nežinau“, prisipažino Algis.

Kondensacija. „Nesistebiu. Šis žodis rečiau girdimas. Jis svetimas. Tokį vyksmą vadiname kondensacija. Kai kada dar sakome suskystėjimas. Tačiau tas antras žodis yra netikslus, nes ir tirpimas yra skystėjimas. Taigi, pasiliksimė svetimą, bet viena-reikšmį žodį — kondensaciją. — Tad dabar lieka tik išiminti išgytosios sąvokos ir jų reikšmė: kieta — tirpsta — skysta — garuoja — dujos; ir priešingai: dujos — kondensuojasi — skysta — kietėja — kieta. Ir kai mes vėl apie fiziką kalbėsime, aš tau papasakosiu netikėtą dalyką, būtent, kad kiekviena medžiaga gali būti kieta, skysta ir dujinė!“

Ar kiekviena medžiaga gali būti kieta, skysta ir dujinė?

Igno pažadas nedavė Algiui ramybės. Pirmą laisvą progą jis išnaudojo, brolių paklausdamas: „Ignai, tu sakei, kad visos medžiagos gali būti visuose trijuose būviuose. Tat turėtų būti ir kieta oro!“

Algiui atrodė, kad čia jis jau bus pagavęs savo brolių. Ir dėl to jis labai turėjo nustebti, išgirdęs atsakymą: „Žinoma!“ „Bet kur gi?“

„Gamtoje, tiesa, nėra kieta oro! Ten per daug šilta!“

„Peršilta?“ toliau stebėjosi Algis.

„Na taip. Vėl pagalvok apie vandenį! Ką turime daryti, norėdami, kad iš dujinio vandens (iš garų) pasidarytų skystas vanduo?“ „Atšaldyti!“

„O kad iš vandens pasidarytų ledas?“ „Dar daugiau atšaldyti!“

„Na, matai, taip, kaip su vandeniu, yra ir su kitomis medžiagomis arba, tikriaus sakant, bent su visais vadinamaisiais cheminiais elementais (vientisomis medžiagomis). Mat, yra junginių, kurie kaitinami suyra ir tuo būdu nepasiduoda paverčiami skysčiais ar dujomis. Bet pagrindiniams elementams tinka dėsni: visos medžiagos žemoje temperatūroje yra kietos, vidutinėje — skystos ir aukštoje — dujinės. Tik kiekviena medžiaga turi savo tirpimo ir virimo temperatūrą: šituo jos viena nuo kitos skiriasi. Pvz., geležis tirpsta tik 1100 laipsnių temperatūroje. Ligi tos temperatūros geležiai yra „žema“ temperatūra. Aukštesnė kaip 1100 laipsnių temperatūroje turime skystą geležį, kuri netrukus ima jau ir garuoti. Tačiau visiškai virti geležis ima tik kelių tūkstančių laipsnių temperatūroje. Vanduo tirpsta 0 laipsnių ir verda 100 laipsnių temperatūroje. Atsitiktinai tos temperatūros yra tokios, kad jos nuolatos ir gyvenime pasitaiko; todėl čia žemos, vidutinės ir aukštos temperatūros sąvokos gerai dera su mūsų jutimu. O oras yra medžiaga, kuriai jau —240 laipsnių yra „vidutinė“ temperatūra, ir jis pasidaro skystas. Ir tik temperatūroje visiškai artimoje —273 laipsniams oras sukieta. Netrukus mes pamatysime,

*Tirpimo ir
virimo
temperatūros.*

kodėl — 273 laipsnių temperatūra iš viso yra pati žemoji, kokia tik gali būti. Nedaug aukščiau orui jau prasideda „aukštoji“ temperatūra: — 190 laipsnių temperatūroje oras ne tik garuoja, bet tiesiog jau verda ir virsta dujomis! O mūsų įprastinėse temperatūrose, tarp — 30 ir + 50 laipsnių, skystas oras yra visiškai negalimas. Todėl anksčiau medžiagos, kurios tebuvo žinomos vien dujiniame pavidale, būdavo vadinamos dujomis, tuo būdu jas atskiriant nuo garų, kurie atsiranda iš skysčių. Tik kai, pagaliau, pavyko suskystinti dujas (Lindė buvo pirmasis, suskystinęs orą), nustota daryti skirtumas tarp dujų ir garų“.

Algis nesiliovė stebėjęsis. „Vadinasi, visos medžiagos gali būti kietos, skystos ir dujinės?“ jis dar kartą paklausė, norėdamas būti visiškai tikras.

„Visos, tik, jei, keičiantis temperatūrai, jos chemiškai nepasikeičia“.

„Kokia gi medžiaga sunkiausia sutirpdyti?“ panoro sužinoti Algis.

„Anglis tirpsta tik pasiekęs apie 4800 laipsnių temperatūros; tik turi būti grynas anglis, kaip, pvz., deimantas“.

„Deimantas? Anglis? Argi deimantas yra ta pati medžiaga, kaip mūsų krosnių anglis?“

*Grynanglis
ir angliai.*

Ignas nusijuokė. „Mielas Algi, reikia skirti grynasis anglis, grynanglis, nuo paprastųjų degamųjų anglių. Pvz., akmens anglis, vartojamas garvežiams ir centraliniam šildymui, yra atsiradęs iš senų laikų miškų, paskendusiu jūrose. Todėl akmens, kaip ir paprastame medžio, anglyje yra visokių augalinių „suanglėjusių“ medžiagų. Todėl tie angliai nėra gryni; grynasis anglis yra vienalytė medžiaga, neišskaidoma, nesuardoma. Gal girdėjai apie anglių dirbtuves, kurios iš paprasto anglio daro koksa, degamasias dujas, degutą ir k. Toliau vien iš deguto šių dienų chemija moka pasigaminti vėl tūkstančius įvairių medžiagų. Jų tarpe gaunama puikiausių dažų, anksčiau anglyje tūnojusių! O pažiūrėjus į paišinę anglio gabalą ir nepamanytum ji turėjus tokių grožybių?“

„Tai kas tada yra grynanglis?“

„Ir grynanglis yra viena iš sudėtinių anglio dalių, kuri itin gerai dega anglis kūrenant. Grynanglis yra visai juoda medžiaga, kurią beveik gryną turime suodžiuose. Visokiuose junginiuose, kurie yra reikšmingi augalo, gyvulio ir žmogaus gyvenime, be grynanglio neapsieinama. Pvz., mūsų maistas, mėsa ar daržovės, visada turi grynanglio. Bet užteks apie tai, grįžkime fizikon! Mes jau patekom kone į pačias chemijos gelmes. Taigi grynanglis tirpsta tik 4800° temperatūroje, ir užtat dujinio grynanglio sunku gauti, nes pasidaryti karštis virš 4000° labai sunku“.

*Aukščiausios
temperatūros.*

„O kuri medžiaga reikia labiausiai atvėsinti, kad ji pasidarytų skysta?“ dar paklausė Algis.

„Helis! Čia jau reikia pasiekti kone 270 laipsnių žemiau nulio. O kietas helis pasidaro tik pasiekęs apie —272 laipsnių temperatūros“.

„O kokia žemiausia temperatūra yra iš viso pasiekta?“

„Jau prieita visiškai arti žemiausios galimos temperatūros, apie kurią netrukus kalbėsime, būtent, arti —273,2°: skirtumas beliko tik kelios tūkstantosios laipsnio dalys. Dabar, žinoma, tu ypač norėsi žinoti, kaip tat yra galimas daiktas, kad —273,2 laipsniai sudaro ribą, jog mes galime tvirtinti: žemesnės temperatūros negali turėti joks kūnas. Taigi apie tai ir pakalbėsime kitą kartą, o šiai dienai pakaks“.

5. skyrius.

Kodėl —273,2 laipsnių temperatūra yra žemiausia?

Pagaliau Ignas vėl turėjo laisvą valandą. Algio susidomėjimas žemiausia temperatūra ir jos pagrindu nemažėjo. Todėl Ignas ta tema tuojau ir pradėjo: „Norėdami išsiaiškinti žemiausios temperatūros, arba, kaip dar fizikoje sakoma, „absoliutinio nulio“ temperatūros klausimą, turime susipažinti dar su vienu, fizikoje labai svarbiu, dalyku. Tai — molekulių sąvoka. Ar tu žinai, kas yra molekulė?“

„Ne“, prisipažino Algis.

„Tai klausykis! Visos medžiagos, pvz., vanduo, geležis ar helis, susideda iš mažų dalelių. Taigi, jei mes gabalėlį gele-



žies perskelsime pusiau, tą pusę vėl pusiau ir t. t., tai gautieji gabaliukai paliks nepaprastai maži. Ir, va, fizikai užtiko, kad tokia dalyba nėra begalinė, kad yra geležies dalelių, kurių daugiau nebegalima padalyti, nenorint bent medžiagas chemiškai pakeisti, o fizikoj tatau būtų ir neleistina. Tokios mažiausios medžiagos dalelės ir vadinamos jos molekulėmis. Taigi yra geležies, vandens ir kitų medžiagų molekulių. Medžiaga yra tarsi tauta: pvz., lietuvių tautą sudaro tam tikras skaičius paskirų žmonių. Žmogus yra tartum tautos molekulė. Jei žmogų dar dalytume, tai gautume nebe žmogų, bet lavono dalis, taigi nebe tautos dalis. Vadinasi, kaip žmogus yra nedaloma tautos dalis, taip molekulė yra nedaloma tos medžiagos dalis“.

„Koks tų molekulių dydis?“

„Neįsivaizduojamai mažas, ir todėl kiekviename mažame medžiagos gabalėlyje yra jų nesuskaitomai daug. Molekulės tokios mažos, kad jokiuo padidinanuoju aparatu ligi šiol negalėjome jų įžiūrėti. Aš tau nesakysiu nė tą didumą pasakančio skaičiaus, nes tu tokio skaičiaus vis tiek neįsivaizduotum. Tačiau papasakosiu pavyzdį, iš kurio tu numanysi milžinišką molekulių skaičių. Įsivaizduok į jūrą įpiltą 1 litrą geriamojo vandens! Tebūnie visuose vandenynuose, visose jūrose, visose jų gelmėse vienodai pasiskirsčiusio to geriamojo vandens! Imkime dabar tuščią litrą ir pasisemkime kur nors apie Australiją vandenyno vandens. Kaip manai, kiek geriamojo vandens molekulių dar galės būti šiame jūros vandens litre?“

1 litras
vandens.

Sunku buvo Algiui mėginti spėti. Veikiausiai, jam atrodė, ten nebus patekusi nė viena prėska molekulė. Tačiau jis tarė: „Gal kokios trys ar keturios ir bus dar ten?“

„Ne, mano mielas, dar apie 28000 molekulių iš mūsų išpiltojo litro atsiras kiekviename jūros litre! Iš to tu matai, kokios neapsakomai mažos tos molekulės ir koks jų skaičius. Štai dabar, susipažinę su molekulėmis, vėl galime grįžti prie žemiausios temperatūros klausimo. Mat, rasta, kad kiekvieno kūno molekulės truputį juda, panašiai lyg drebėtų. Ir juo aukštesnė kūno temperatūra, juo smarkesnis tas jų drebėjimas. Kūną įkaitinti — reiškia jo molekules smarkiau išjudinti. Tuo

būdu vėsinimas, šaldymas reiškia ne ką kita, kaip tik molekulių judėjimo mažinimą. —273,2 laipsnio temperatūroje visų medžiagų be išimties molekulės visiškai sustoja judėjusios. O juk lėtesnio judėjimo už stovėjimą nėra, vadinasi, ir žemesnės temperatūros už —273,2 laipsnio būti nebegali. Dabar būsi, tur būt, supratęs, iš kur kyla ta savotiška temperatūros riba, apie kurią mes kalbame“.

*Molekulių
judėjimas.*

Čia Algis atsiminė, kad prieš keletą savaitių vienoj knygoj buvo skaitęs, jog tolimose pasaulio erdvėse taip pat esą taip šalta ir paklausė brolio, ar tai tiesa.

„Dažnai skaitome“, atsakė vyresnysis brolis, „kad erdvėse, pvz., tarp saulės ir žemės, esanti toji —273^o temperatūra. Bet tai klaidinga. Tik apgalvok, ką aš paaiškinau temperatūrą esant. Sakiau, kad temperatūra yra molekulių judėjimas. Ten, kur nėra molekulių, negali būti ir jų judėjimo. Tolimose erdvėse, visiškai tuščiose erdvėse, nėra ir jokios temperatūros! Jei visai nėra molekulių, tai nėra nė prasmės kalbėti, kad molekulės stovi ar juda. Tik esant kokiam kūnui, gali būti kalba apie jo temperatūrą. O vienų viena erdvė jos visai neturi. Tik, antra vertus, gal iš tiesų niekur ir nėra visai tuščios erdvės. Mažų akmens dydžio kūnų užtinkame bent visoje saulės sistemoje; kai kuris jų pasitaiko žemei pakeliui, tai jį žemė prisiitraukia, ir jis arba nukrinta ant žemės meteoru pavidalu arba nuo trinties ore taip įkaista, kad ne tik ištirpsta, bet visai išgaruoja. Kaip žmonės vadina tokius meteorus?“ „Krintančiomis žvaigždėmis“, atsakė Algis. „Teisingai. O dabar mūsų pasikalbėjimą vėl ligi kito karto nutraukiame“. Tai sakydamas, Ignas baigė šį skyrį.

6 skyrius.

Ar turi kūnams įtakos maži temperatūros svyravimai?

Po kelių dienų vėl buvo „fizikos posėdis“. Ignas pradėjo: „Kaip pasikeičia kūnai, temperatūrai nuo žemos kylant į aukštą?“ „Kinta jų būvis: iš kieto, per skystą į dujinį“.

„Taip. O šandien atsakysime į kitą klausimą: Jei tem-

peratūra maža tepakinta, kad kūno būvis nesikeičia, kaip tada? Ar kūnas šiuo atveju kinta, ar ne?“

Algis prisiminė termometrą. Jis žinojo, kad gyvasis sidabras šildomas kyla ir todėl atsakė: „Kūnai nuo šilumos skečiasi“.

„Ar visi?“ dar paklausė Ignas.

„To nežinau“.

„Tai įsidėmėk: visi kūnai, be vienos svarbios išimties, nuo šilumos skečiasi, o šaldomi susitraukia. Apie tą išimtį pakalbėsime skyrium. Pirmiausia pabrėžkime, kad šitas dėsnius yra teisingas ir kietiems, ir skystiems, ir dujinams kūnams. Tatai nepamiršta ir technika savo darbuose: kartais tuo pasinaudoja, o dar dažniau į tai turi atsižvelgti. Gal tu pats galėtum pasakyti pavyzdį, kur technika į šį dėsni atsižvelgia?“

Algiui nebuvo sunku į šį klausimą atsakyti: „Tarpas tarp dviejų geležinkelio bėgių“.

„Teisingai. Anksčiau bėgius darydavo tik 6 m ilgio; žinoma, iš dalies ir dėl to, kad ilgesni bėgiai sunkiau pagaminti ir pervežti. Šiandien dirbdinami bėgiai 30 m, o Amerikoje net 300 m ilgio (suvirinant arba sušveisuojuojant atskirus bėgių gabalus). Tarp tokių bėgių turi palikti tušti tarpai, kad išsitempę bėgiai neįsiremtų galais ir neišsilenktų. Šitas išsiplėtimas nuo šilumos niekur neturi būti pamirštas, kur tik dideli geležies gabalai priduriamai sustatomi. „O kur tatai dar pasitaiko?“ „Geležiniuose tiltuose“. O gal žinai, kaip, statant tokius tiltus, atsižvelgiama į išsiplėtimą?“ Algis pakraipė galvą.

„Tuo būdu, kad viso tilto tik vieną dalį įtaiso tvirtai, o kitas ant skridinių ar kitų kurių judomų padėklų! Tatai galima aptikti kiekviename geležiniame tilte! Mažųjų mažiausia viename tilto gale gali rasti tuos mažus masyvinius geležinius valcus (skridinius), kurie gali laisvai pavažiuoti į vieną ir antrą pusę geležinėmis plokštėmis, ant kurių remiasi tiltas. Jei tiltas turi keletą atramų, tai vis tiek jų įtvirtinimas tik vienoje vietoje! (Pav. 2)

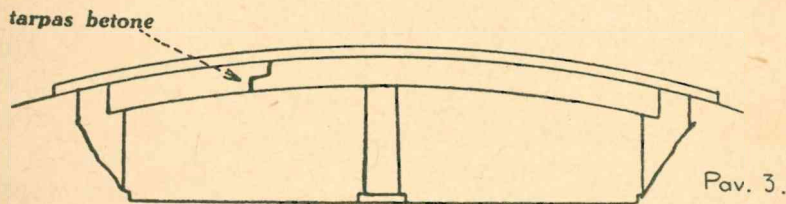
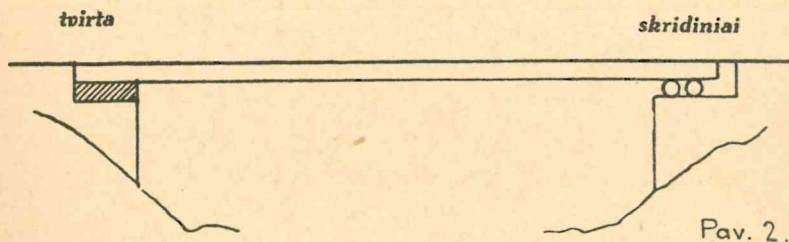
Panašų dalyką galime aptikti ir gelžbetonio tiltuose. Ten paliekami maži laisvi tarpeliai, kaip tarp geležinkelio bėgių (pav. 3). Ir kituose pastatuose bei įrengimuose turi būti atsi-

*Kietų kūnų
plėtimasis.*

*Geležinkeliai
ir geležiniai
tiltai.*

žvelgta į medžiagų išsiskėtimą. Jei, pvz., automobilio benzini-
nio motoro kamštis per daug įkais, tai jis per daug išsiplės ir ne-
begalės slankioti cilindriui. Automobilistas pasakys: stū-
meklis įstrigo. Tokiai negerovei pasipriešinama vėsinant mo-
torą ir tepant jį alyva. Paminėsime dar vieną iš daugelio pa-
vyzdžių. Jei stiklinį vamzdelį laikysime ugnyje, tai jis susprogs.
Tatai įvyks tik dėl to, kad stiklas įkaista tik vienoje vietoje,
kuri yra ugnyje. Kitos stiklo dalys pasilieka šaltos, dėl to vam-
zdelis nelygiai plečiasi ir sprogs. Taigi, norint įkaitinti stik-
lą, reikia jį vartyti bei sukinėti, kad ko didesnės vamzdelio
dalys lygiau įkaistų. Tas pat, tik priešinga prasme, pasakyti-
na ir apie kūnų susitraukimą nuo šalčio. Dėl susitraukimo žie-
mą telefono-telegrafo vielos tarp stulpų įsitempia ir net kar-
tais nutrūksta. Kietų kūnų ilgio pasikeitimo nuo temperatūros
svyravimų tais pavyzdžiais pasitenkinsime. Toliau nepamirš-
kime, kad tas pačias savybes turi ir skysčiai bei dujos! Pasa-
kyk kokį skysčio išsiplėtimo pavyzdį“.

*Stiklas
sprogsa.*

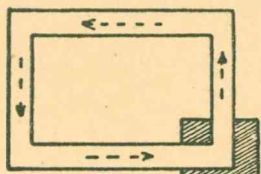


Žinoma, Algis jau buvo ir pasakęs. Tereikėjo pakartoti:
„Termometras“.

„Teisingai. Paieškokime ir to reiškinio techninio pritaikymo. — Kažin, ar bebūsi tu žinąs. Geriausias pavyzdys: cen-
tralinis vandens šildymas. Litras vandens šildomas išsiplėčia,

*Centralinis
vandens
šildymas.*

radinasi, užima daugiau vietos. Į litrinį indą sušildyto vandens telpa mažesnis kiekis. Taigi šiltas vanduo yra lengvesnis už šaltą. Bet lengvesnės už paprastą vandenį medžiagos, sakysime, medis, kyla vandeny. Lygiai taip pat katilė išilęs vanduo iš rūmų rūšio kyla į viršų, šildo atskirų aukštų kambarius ir, juose atvėšęs, grįžtamaisiais vamzdžiais vėl grįžta į katilą. Ten jis vėl išyla, ir vandens kelias eina iš naujo (pav. 4). Pagaliau, ir dujos šildomos skęsiasi. Gal ir čia galėtum pasakyti kokią pavyzdį?“



Pav. 4

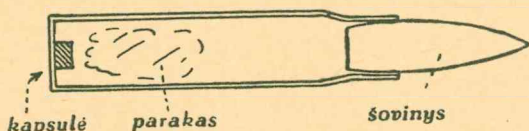
sildymas

*Sprogdinimas
ir šovimas.*

„Pastačius dviratį saulės atokaiton, galima susprogdinti jo gumas!“

„Žinoma! Tik, tiesą sakant, reikia nepamiršti, kad šiuo atveju sprogdina ne vien rate įkaitęs oras: saulės spinduliuose genda ir pati guma. Tačiau techniškai daug svarbesni yra kiti reiškiniai. Pvz., sprogdinimas. Sprogstamoji medžiaga ir yra tokia, kuri padegta duoda iš karto milžiniškus kiekius dujų. Tik čia turi tuojau įsidėmėti tai, ką daugumas žmonių dažniausiai užmiršta ar visai nežino: svarbiausia sprogstamosios medžiagos galios priežastis yra ne pačių dujų atsiradimas, o tai, kad jos užsidega, įkaista ligi 2000 laipsnių ir dėl to neapsakoma jėga išsiplečia ir visa, kas pakeliui pasitaiko, nubloškia į šalį ar sugriaua. Tas pat pasakytina ir apie kitą techniškai nepaprastai svarbų išsiplečiančių dujų pavyzdį: benzininiame motore sprogstata, tariant, ūmiai sudega, mišinys didelio kiekio oro ir trupučio benzino garų. Mišiniui degant, susidaro aukšta temperatūra, dėl ko atsiradusios degimo dujos veržiasi daug kartų išsiplėsti ir stumia nepaprastą jėgą motore įtaisytą kamštį. Kai tu būsi šiek tiek vyresnis, tau aš smulkiau paaiškinsiu benzininio motoro sudėtį. Be šių, yra dar daug ir kitų svarbių dujų išsiplečimo pavyzdžių. Ir šūvis yra savo rūšies sproginimas. Metalinis gaidukas suduoda per kapsulę ir susprogdina joje esamą sprogstamąją medžiagą (pav. 5). Susidaro didelis kiekis aukštos temperatūros dujų, kurios dideliu smarkumu išstumia iš vamzdžio šaunamąją dalį kulkos. Vamzdyje šovinyms ima suktis apie savo išilginę ašį, tuo būdu lėkdamas jis nebegali persisukti ir savo smaigaliu skrodžia orą ar kurią pasitaikiusią kliūtį. Sprog-

stamosios medžiagos trenkia, be abejo, ne tik į šovinį, bet ir į visas šautuvo ar patrankos sienėles, dėl to gaunama vadina-
moji „atatranka“. Patrankos, kaip žinai, dėl to yra taip įtaisytos, kad iššovusios net šiek tiek atšoksta tam tyčia įrengtame kelyje, kad paskui automatiškai vėl grįžtų į savo padėtį“. Po trumpos pertraukos, kuria Algis pasinaudojo, kad tai, ką išgirdo, dar kartą pergaltų, Ignas aiškino:



Pav. 5.

„Žinomas dalykas, kad karštos dujos taip pat, kaip ir karštas vanduo, kyla aukštyn. Kad sukėlus oro traukimą aukštyn, statomi aukšti kaminai, dedami lempose stikliniai ritiniai (cilindriai). Taip pat reikia neužmiršti, kad nuo atvirų žibintuvų kylančios karštos dujos gali padegti viršum esamas lengvai degamas medžiagas. Taip nuo palubėje kabančios žibalinės lempos gali užsidegti sausos medinės lubos. Dujoms išsklaidyti viršum lempos stiklo kabinamas metalinis dangtelis.

Karštos dujos kyla aukštyn.

Šiai dienai turėtų jau pakakti. Plėtimosi reikalo mes dar visiškai nesame pabaigę. Žinai kodėl?“ Algis nepamiršo: „Nes mes dar turime kalbėti apie bendro plėtimosi dėsnio išimtį!“

„Taigi“, baigė Ignas, „šita išimtis bus mūsų sekančio pasikalbėjimo tema. O dabar ligi kito karto“.

7 skyrius.

Vanduo 0 ir 4 laipsnių tarpe — išimtis!

Praslinko visa savaitė: Algis buvo užsiėmęs mokyklos darbu bei kitomis pareigomis, ir broliai negalėjo susieiti testų fizikos kurso. Pagaliau Ignas paklausė Algį: „Ar dar atsimeni, apie ką dabar turime kalbėti?“

Algis dar atsiminė. Jis ne kartą buvo pagalvojęs apie svarbią išimtį iš visuotinio dėsnio, kad visi kūnai nuo šilumos ple-

čiasi. Taigi Algio atsakymas buvo teigiamas, ir Ignas nedelsdamas pradėjo:

*Vandens
anomalija.*

„Tą išimtį sudaro viena iš svarbiausių medžiagų gyvulių, augalų ir žmonių gyvenime: tai vanduo. Tiesa, jei vėsinsime vandenį, pvz., nuo 20° ligi 4° , tai jis traukiasi, kaip ir kiekviena kita medžiaga. Bet 4° temperatūroje vanduo liaujasi traukėsis. Toliau šaldant vandenį, jis ima iš naujo plėstis! Nulio temperatūroje vanduo sušąla į ledą. Čia vėl įvyksta nepaprastas įvykis: ledas yra žymiai didesnio tūrio už vandenį, iš kurio jis gautas. Taigi 4° temperatūroje vandens tūris yra mažiausias, antraip sakant, jo tirštumas didžiausias. Šaltėsnis vanduo yra lengvesnis, o ledas dar lengvesnis už vandenį 0° temperatūros! Šis išskirtinas vandens reiškinyss dar vadinamas vandens anomalija“.

Bet Algis atrodė nusivylęs.

„Argi jau toji anomalija tokia svarbi, kad apie ją atskirai reikia kalbėti?“ pasiteiravo jis. Jis niekuomet dar nebuvo girdėjęs, kad vanduo tarp 0° ir 4° sudarytų kokio ypatingo rūpesčio.

Juo nuostabesnis todėl jam atrodė jo brolio atsakymas: „Ši anomalija yra net nepaprastai svarbi ir, būtent, kaip tik ten, pačioje gamtoje! Įsivaizduok didžiulį kokio 100 m gylio ežerą! Jo vasarą išilęs vanduo rudenį pamažu vėsta. Aišku, kad oro šaltis pirmiausia pasiekia viršutinius vandens sluoksnius, ir šie pirmiausia atvėsta. Drauge tas vanduo traukiasi ir darosi sunkesnis už gilesnių sluoksnių šiltesnį vandenį. Šaltasis viršutinis sluoksnis todėl grimsta gilyn ir užleidžia savo vietą gilesnių sluoksnių šiltesniam vandeniui. Taigi tuo tarpu nieko nauja, nepaprasta. Tą patį reiškinį turėjome centraliniame vandens šildyme. Tatai vyksta tol, kol gilumoje yra šiltesnių vandens sluoksnių, kol visas ežeras gauna maždaug 4° temperatūrą. Bet viršuj toliau šąla. Viršutinio vandens temperatūra krinta ligi 3° ir žemiau. Kas dabar?“ „Šis sluoksnis nebeskęsta!“ tuojau atrėžė Algis.

„Teisingai, o kodėl nebeskęsta?“

„Nes 3° vanduo jau vėl lengvesnis kaip 4° !“

„Na, matai, visiškai teisingai. Taigi kas darosi toliau su ežeru, oro temperatūrai krintant?“

„Viršutinis sluoksnis pasilieka viršuj, nes jis jau lengviausias sluoksnis!“ „O kai temperatūra nusileidžia žemiau nulinio?“ „Ir ledas pasilieka viršuj, nes jis lengvesnis už vandenį ir dėl to plaukia vandenį“.

„Tat kokią temperatūrą rastume mes ežero dugne žiemą?“ toliau paklausė Ignas. Teisingi brolio atsakymai, jo dideliame džiaugsmui, rodė, kaip gerai visa supranta jaunėlis.

„Ežero dugne yra pastovi 4° temperatūra!“

„Taip, ir tas faktas gamtai labai reikšmingas! Kaip galėtų išlikti per žiemą gyvi šiltakraujai gyviai, kaip, pvz., žuvis, jei vanduo neturėtų šios anomalijos? Jokių būdų! Tad kokios būtų pasekos, jei nebūtų šios anomalijos?“

„Vandens temperatūra kristų ligi 0°!“ „O toliau?“ „Tada vanduo pradėtų šalti nuo apačios. Ledo sluoksniai klotųsi vienas ant kito, ir visas ežeras, pagaliau, iššaltų“.

„Ir tada“, papildė Ignas, „daugelis gyvybių, kurios dabar veisiasi vandenį, nebegalėtų ten beišlikti gyvos. Tik reti gyviai, pvz., varlės, tepakelia išalimą į ledą. Tuo būdu daugumas gyvių vandenį turėtų išnykti“.

Dabar jau Algiui buvo visiškai įdomu: „Gal vandens anomalija dar turi kokios reikšmės?“ — tuoj toliau teiravosi.

„Palauk truputį“, — tramdė vyresnysis brolis. „Aš dar tau norėjau pridurti: gilių vandenų dugne visada yra 4° temperatūra. Taip pat ir vasarą ten pasilieka ta pati temperatūra, nes tik viršutiniai vandens sluoksniai nuo saulės išyla. Bet tie sluoksniai pasilieka vandens paviršiuje. Tik tekančiame vandeny sluoksniai maišosi, ir visuose juose susidaro bemaž lygi temperatūra. Tekančiame vandeny gali taip pat pasidaryti ir dugninio ledo“.

„O negilūs vandenys gali iššalti ligi pat dugno“, pridūrė Algis.

„Žinoma, šaltose žiemoje metro gilumo balos gali iššalti ligi pat dugno. Tik didesnėse gelmėse randame vandenį 4°, o 100 m gilumoje vandens temperatūra jau visiškai pastovi ištisus metus. Dabar dar turime antrą svarbų reiškinį, būtent, fak-

*Įtaka į
klimatą
ir gyvybę.*

Dulėjimas.

tą, kad ledas daugiau vietos užima kaip vanduo, iš kurio jis yra gautas. Mes jau matėme, kad ledas dėl to vandeny plaukia ir tuo būdu apsaugo jame esančią gyvybę. Dabar prisiminkime dar antrą ledo vaidmenį. Jeigu būtų žiema, pasidarytume su ledu įdomu bandymą: pripiltume kokį indą pilną vandens ir, sandariai stipriai užvožę, išneštume oran ir pastatytume šaltyje; rytojaus dieną rastume indą susprogusį į šukes. Vandenį rastume sušalusį į ledą, kuriam reikia daugiau vietos kaip vandeniui. Ledas plečiasi tokia jėga, kad susprogdina stipriausias geležinės sienas. Tuo reiškiniu vėl pagrįstas vienas gamtos vyksmas, būtent, uolenų irimas, dulėjimas. Jei, pvz., sušąla vanduo plonyčiuose plyšiuose, tai jis, plėsdamasis, suskaldo uolas. Iš pradžių dar ledas jas laiko kaip kokios kalkės, bet pavasarį, kai tik ledas ištirpsta, uolų atskalos subyra. Tai yra priežastis, kad kalnuose uolos griūva daugiausia pavasarį, o amžino ledo srityje, saulei užtekėjus, kai ledas nuo jos spindulių ištirpsta“. „A, dabar jau žinau“, sušuko Algis, „kodėl žiemą reikia rūpintis, kad vėsinaamasis automobilių vanduo nesusaltų!“ „Na ir kodėl?“ „Nes jis sušaldamas tokia jėga išsiplėstų, kad susprogdintų radiatorių, arba vėsintuvą (indą, kuriame jis laikomas)“.

*Radiatoriaus
vanduo
neturi
sušalti.*

„Ne tik vėsintuvą! Yra buvę, kad ledas susprogdino patį motorą! Automobilistai nuo tokio pavojaus apsisaugo, įpildami į vėsinaamąjį vandenį tam tikro skysčio, kuris sušalimo temperatūrą nužemina ligi —30°. Taip pat ir kulkosvaidžiai, kurie anksčiau būdavo vandeniu vėsunami, privalo šios apsaugos“.

8 skyrius.

Kas yra „šiluma“?

Algis suprato turįs rašytis užrašus, nes kiekvieną kartą jis patirdavo daug nauja, įvairių naujų įdomių sąvokų, kurios negalėjo iš karto pasilikti galvoje. Taip jis kartą, bevartydamas savo užrašus, aptiko savo brolio pastabą, kad žodį „šiluma“ reikia atsargiai vartoti. Čia jis norėjo žinoti priežastį. Artimiausia proga jis nusprendė apie tai pasiteirauti.

„Taip“, pradėjo Ignas savo paaiškinimus, „žodis šiluma dėl to yra pavojingas, kad ji žmonės kasdienė kalboj vartoja įvairiems reikalams. Žiūrėdami į termometrą, jie, pvz., sako „5 laipsniai šilumos“, kad atskirtų nuo 5 laipsnių šalčio, nors teisingiau būtų sakyti $+5^{\circ}$ ir -5° (plius 5° ir minus 5°). Kitą kartą jie vėl sako: ši krosnis visai neduoda šilumos! Ir pagaliau dar sakoma: šiandien ore baisiai šilta! Griežtai imant, kiekvienas iš šių trijų posakių reiškia ką kita. Mūsų pojūčių „šilta“ ar „šalta“ nevisada tie patys. Žiemą $+5^{\circ}$ diena mums atrodo ypatingai šilta, o vasarą — priešingai, nepaprastai šalta. Taip pat mūsų jutimas pareina ir nuo to, kaip glaudžiai oda prisiliečiame daiktą. Juo glaudžiau prisiliečiame, juo šaltesnis atrodo daiktas, jei jo temperatūra žemesnė už odos temperatūrą. Tai ir yra priežastis, kad 16° vanduo mums atrodo daug šaltesnis, kaip tos pačios temperatūros oras. Nelygus vandens ir oro priėjimas prie mūsų odos ir tuo pačiu nelygus iš jos šilumos atėmimas yra to reiškinių priežastis. Tas pat pasakytina, kai daikto temperatūra yra aukštesnė už odos. Karštą lėkštę galima išlaikyti pirštų galais, bet ne visais delnais“.

Jaučiame — šilta.

„Ką gi laiko fizika šiluma?“ įterpė Algis.

„Tai kaip tik dabar tau aiškinsiu. Sakysim, turime du indus, vieną 1 litro, antrą 10 litrų talpumą. Pripilsime juos vandens ir pirmąjį sušildysime ligi 90° , o antrąjį ligi 70° . Tegul abudu indus kaitiname tokio pat dydžio lempomis. Kuris indas reikės šildyti ilgiau?“

Šiluma fizikoje.

Algis ilgai negalvojo ir tuojau atsakė: „Žinoma, antrasis. Jame juk daug daugiau vandens“. Atsakymas buvo tiesiog iš nuojautos.

„Teisingai! Dabar matai, jau turime šilumos tokią sąvoką, kokią fiziką vartoja. Šiluma yra kažkas, ką mes turime suteikti kūnui, kurio temperatūrą norime pakelti. Tik tų abiejų sąvokų nebepainiok! Temperatūra ir šiluma yra du iš pagrindų skirtingi dalykai! Tu matai, kad didesniai indui duodame daug daugiau šilumos, o vis dėlto jo temperatūra pasilieka žemesnė. Todėl fizikas niekuomet nepasakys 5 laipsniai šilumos, bet sakys visada $+5$ laipsniai!“

Ar esama
šalčio?

„Tai kas yra tada „šaltis“?“

„Šalčio, kaip kažko nauja, visai nėra. Šalta yra ten, kur per maža šilumos. Taip kalbėti visai klaidinga: iš šio kambario visas šaltis perėjo į aną. Tikrumoj, gal būtų galima sakyti, kad perėjo šaltas oras. O paties šalčio visai nėra. Tuo tarpu šiluma gali iš tikrųjų tekėti. Mes ją jaučiame einant iš krosnies“.

„Tai šiluma atrodo beesas kažkas tai, ką turime suvaryti į kūną, kad jis sušiltų, ir kas turi vėl pabėgti, kai kūnas aušta?“ paklausė Algis, stengdamasis tai, kas pasakyta apie šilumą, sutraukti į vieną mintį ir dar kartą pasitikrinti, ar tikrai bus supratęs šilumos sąvoką.

„Visai teisingai! Ir ši šiluma, žinoma, negali būti matuojama laipsniais!“

„Ar galima kaip kitaip matuoti tą šilumą? Jei mes indą su 10 litrų vandens ilgiau kaitiname, tai tam indui davėm daugiau šilumos. Ar nėra kokio būdo pasakyti, kiek mes davėm šilumos?“

Kalorija.

„Žiūrėkit! Mūsų Algis pats susipranta, kad dar kai ko trūksta! Be abejo, yra ir šilumos kiekio „vienetas“. Jis vadina-
mas „kalorija“. Kalorija yra, būtent, tiek šilumos, kiek reikia, kad vieno litro vandens temperatūra pakiltų vienu laipsniu. Gal jau kartais esi kur girdėjęs tą kalorijos žodį?“

Maisto
gaminių
maistingumas.

„Tikrai. Kažkada kabojo mūsų klasėje paveikslas su parašu „Įvairių maisto gaminių maistingumas“. Toliauėjo parašai: 1 kg taukų — tiek ir tiek kalorijų, 1 kg bulvių — vėl tiek ir t.t. Bet ką bendra turi maistingumas su šiluma, to nebežinau. Gal ir nežinojau“, dar pridūrė.

„Svarbiausia, kad tu dabar žinotum!“ pateisino Ignas. „Tavo klasės paveikslas kalorijos yra tie patys šilumos vienetai, apie kuriuos šiandien patyrei. Produktų maistingumas yra tiesiog išreiškiamas kalorijomis dėl to, kad pirmoji maisto paskirtis yra duoti kūnui šilumos. Mūsų kūnas yra tarsį garo mašina: maistas yra anglis; jie sudega, o mes gauname jėgų judinti raumenis“.

Čia Algiiui atėjo puiki mintis: „Tai karštas vanduo turėtų būti labai maistingas?“

„Mintis nebloga, bet nevisai teisinga. Viena, kad vanduo ataušta ligi patenka į žarnas. Jo temperatūra tada ta pati, kaip ir viso kūno: beveik 37°. Antra, vanduo pereina vidurius nevirškinantas. O, pagaliau, žmogus gyvena ne vienomis kalorijomis. Dar reikia medžiagų, kaip, pvz., garsių vitaminų, be kurių mes negalime gyventi, nors ir kažkiek turėtume kalorijų! O mums šiuo tarpu užteks to, kad arčiau susipažinome su tuo, ką fizika vadina šiluma ir kalorija. Svarbiausia, kad tu ateity nebepainiotum šilumos su temperatūra!“

Bet Algis turėjo dar vieną klausimą: „Ar turi šioji „šiluma“ kokios reikšmės gamtoje? Kad technikoje visokiose įmonėse be šilumos nuolat neapsieinama, tai aš pats matau. Bet gamtoje?“

„Ir gamtoje skirtumas tarp temperatūros ir šilumos yra labai reikšmingas. Apie tai pakalbėsime kitą kartą, nes šiai dienai pakaks. Bet kad tu turėtum apie ką pats galvoti, aš tavę vieno dalyko paklausiu: kodėl pavasarį, kai vidurdieniais temperatūra jau pakyla iki +20°, ilgai laikosi dar sniegas, žiemos pusnys; o kalnuose net visai jis neištirpsta? Kad kalnuose taip pat šilta, gal tu būsi knygoje skaitęs. Ne be reikalo sliadininkai taip mėgsta kalnus. Ir nudegę iš jų grįžta“.

9 skyrius.

Kodėl pavasarį sniegas taip lėtai tirpsta?

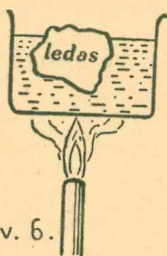
„Na, pone fizike“, juokavo Ignas kelioms dienoms praslinkus, „ar jau sugalvojai, kodėl sniegas ir ledas pavasarį taip lėtai tirpsta?“

„Man rodos, kad ne“, prisipažino Algis. „Aš spėjau, kad jie iš vidaus labai šalti“.

„Ką tai gali reikšti? Iš vidaus šaltas? Pirma, vis tiek galėtų tirpti viršutinis sluoksnius, paskui tolimesnis ir t.t. Bemačiant galėtų sutirpti visas ledas ar sniegas. Antra, tavo spėjimas nėra tikras; sniegas kokio metro gilumoj nekiek tešaltėnis, kaip paviršiu. Ne, čia jau kas kitas kaltas. O tai ir yra kaip tik tas temperatūros ir šilumos skirtumas.“

„Kaip čia gali būti kaltas tas skirtumas?“ stebėjosi Algis.

Tirpimas. „Žinoma, kaltas ne skirtumas, bet jis tą dalyką išaiškina. Taigi, klausyk! Sakysime, turime 1 kg ledo. Jo temperatūra, pvz., —3 laipsnių. Imame jį šildyti. Ir ką matome?“ „Jo tem-



Pav. 6.

peratūra kyla“. Teisingai. Bet teisingai tik ligi 0° temperatūros. O toliau?“ „Ledas tirpsta!“ „Ar visas ledas iš karto tirpsta, ar jis tik pradeda šlapti ir tirpti, didumui jo vis liekanti kietam?“ „Iš jo tik pamažu sunkiasi vanduo, tačiau kietas gabalas eina vis mažyn ir mažyn“.

„Teisingai! Sustokim tuo metu, kai pusė ledo bus jau ištirpusi, o antroji

plūduriuoja ištirpusiojo vandeny. Po indu dega spiritinė lempelė (pav. 6). Ištirpęs vanduo gauna šilumos iš degančios lempelės. Ir vis dėlto, jei tu įkiši į vandenį termometrą, tai turėsi stebėtis, matydamas pastovią vandens nulinio laipsnių temperatūrą! Kaitinamoji lempelė gali, kaip nori, degti, bet, kol vandeny tebeplauko nors mažas gabaliukas ledo, temperatūra iš 0° nepasijudina. Liepsna duoda, be abejo, šilumos, ir vis dėlto temperatūra nekyla! Tai kur gi dingsta šiluma? Atsakymas tegali būti toks: šiluma yra reikalinga kietam ledui paversti skystu vandeniu. Taigi, tirpstant ledui, reikia daug šilumos pačiam tirpimui, todėl temperatūra ir nekinta. Kol neištirpsta paskutinis kietas gabaliukas, tol visa šiluma pareina jo skystinimui. Taigi šis kūno pasikeitimas iš kieto į skystą turi pirmenybę prieš kitus vyksmus ir suima visą laisvą šilumą. Šią faktą nėra labai sunku išsiaiškinti. Dar gal nepamiršai, kad visos medžiagos yra iš molekulių. Skirtumas tarp ledo ir vandens yra tik tas, kad skysto vandens molekulės yra daug judresnės, nekaip kietos medžiagos. Vadinas, tirpydami medžiagą, mes turime atpalaiduoti molekules, o tai be energijos nepasidaro. Šiluma ir yra toji energija. Panašų reiškinį turime ir skysčiui garuojant. Ten reikia dar žymiai daugiau šilumos, kad, pvz., 1 kg vandens paverstume 1 kg garų tos pačios temperatūros! Vandeniui verdant, gaunamoji šiluma vėl nekelia temperatūros! Šiluma vėl eina, kad molekulės galutinai atsipalai-

*Kada šiluma
nekelia
temperatūros*

duotų. Mat, kaip netrukus įsitikinsime, dujų molekulės visiškai viena su kita nebesukibusios. Taigi galime dabar atsakyti ir į savo pirmąjį klausimą! Pirmą šiltą pavasario dieną randa žemę apsiklojusią ledu ir sniegu. Viršutinis sluoksnis pradeda tirpti. Tam reikia daug šilumos, nors temperatūra iš 0° nepasijudina. Kad ir šiltas būtų oras, jis iš karto negali tiek suteikti šilumos, kad visa greit galėtų ištirpti. Orui į pagalbą eina pats tirpstantis ledas: jis gaudo šilumą iš visur, kur tik jos gali susigriebti. Tiesiog neįtikėtina! Jis ima šilumą net iš apatinių ledo ir sniego sluoksnių, numušdamas jų temperatūrą žemiau nulio, juos dar tvirčiau sušaldydamas. Tuo būdu tik pamažu tirpsta sluoksnis po sluoksniu, žiūrint kiek yra tam reikalui šilumos“.

„Ką, tai apatiniai sluoksniai šąla, kai viršutiniai tirpsta?“ pasitikrino Algis.

„Be abejo, argi tu to pats dar nesi pastebėjęs?“ „Aš?“ Ignas linktelėjo. „Žinoma, tu! Jei tu sniego gniūžtę spaudi ir laikai delnuose, tai kas su ja darosi?“ „Ji visiškai suledėja!“ „Na, matai! O kodėl? Tik todėl, kad nuo delnų šilumos viršutinis sluoksnis ima tirpti. Tačiau tos šilumos neužtenka prasi-dėjusiam vyksmui, ir tirpstas sniegas imasi jos iš paties sniego, sušaldydamas jį į kietą gabalą“.

Algis ilgam laikui susimąstė: „Jei taip būtų...“ Nedrįso savo minčių pasakyti. Bet Ignas jį suprato. „Tada iš pirmos pavasario dienos šilumos turėtume visuotinį potvynį, kuris užlietų visą žemę, ne tik daubas ir slėnius“. Vėl susimąstė Algis. Po kiek laiko jis paklausė: „Tai sušalant vandeniui turėtų būti priešingai: vandeny turėtų atsirasti laisvos šilumos?“ „Iš tiesų! Ir lygiai tiek, kiek tirpstant jos susinaudoja! Tai ir yra priežastis, kad rudenį ne iš karto užšąla visos upės ir ežerai. Jei, būtent, sušąla litras vandens į ledą, tai vanduo aplink ledą tiek sušyla, kad ledo sluoksnis tik pamažu gali storėti. Tat matai, kad tirpimas ir šalimas yra lėti procesai. Tai, tarp ko kita, yra ir priežastis, kad pajūrio klimatas yra minkštesnis, kaip sausžemio“.

Pamažu iš mūsų Algio darėsi tikras galvočius. Tai matyti iš sekančio jo priekaišto: „Jei šalant atsipalaiduoja šiluma, tai

šalimas

turėtų būti šilta, kai sninga. Juk sningant debesų ore esąs vanduo sušąla į sniegą“. Ignas pripažino priekaištui pagrindą. „Visai teisingai galvoji“, pagyrė jis, „ir dėl to tu tikriausia nebūsi matęs, kad snigtų, sakysim, —20 laipsnių temperatūroje. Kai sninga, temperatūra esti paprastai apie nulį. Taigi sniegas iš tikrųjų sumažina žiauriuosius šalčius“.

*Sniegas ir
šerkšnas*

Algis taip užsigalvojo apie žiemą, kad jis bematant išlindo dar su vienu klausimu: „Kas yra šerkšnas?“

„Šerkšnas atsiranda iš vandens garų, kurie, kaip ir rūkas, tiesiog iš oro aptraukia daiktus ir sušąla. Taigi šerkšnas ne „krinta“, kaip rasa, bet apkimba daiktus. Šerkšnui dažnai garų duoda pati žemė“.

Šiuo Algis baigė žiemos klausimus. Dabar buvo eilė vasarai. Ir jis tuoj paklausė: „Tu sakei, kad garuojant vyksta panašūs dalykai, kaip ir tirpstant“.

„Taip“, patvirtino Ignas.

Garavimas.

„Tai ir garavimas privalo šilumos, kuri atsipalaiduoja garams vėl susikondensavus?“

„Visai teisingai! Ir garavimas turi taip pat pirmumo teisę pasinaudoti esamomis šilumos atsargomis, kurias garuojąs skystis veržte pasiveržia iš aplinkos, jei jų čia pat kiek reikia nepateikiama“.

„Ar turi tatau kurios praktinės ar gamtinės reikšmės?“ toliau klausė Algis.

Apie debesis.

„Didelės!“ patvirtino Ignas. „Pvz., saulei kaitinant ežerą, vanduo garuoja. Kadangi tam reikia daug šilumos, tai garavimas eina gana lėtai. Jei to nebūtų, tai negilus ežeras išsektų per kelias dienas! Vandens garai drauge su šiltu oru kyla aukštyn. Čia jie užtinka šaltus oro sluoksnius ir ima kondensuotis. Bet čia vėl atsipalaiduoja šiluma, ir dėl to kondensavimasis vyksta taip pat lėtai. Pamažu susidaro maži vandens lašeliųčiai, kuriems susitelkus ir turime debesis. Iš atsipalaidavusios šilumos vėl sušyla oras ir kyla dar aukščiau, su savim pasiimdamas ir debesis. Šitaip besusidarančius ir aukštyn bekylančius debesis mes matome kone kiekvieną karštą nevējuotą vasaros dieną. Ypatingai karštomis dienomis vandens lašeliai taip aukštai iškyla, kad sušąla į ledą, ir mus užklumpa lietūs su ledais“.

„Ar lietiniai debesys susidaro iš mūsų ežerų ir upių vandens?“

„Ne, tai, ką aš ką tik pasakiau, dera tik ramioms nevėjuo-
toms dienoms, kada ištinka vietinio pobūdžio lietus ir audros.
Visuotinės oro atmainos ne taip lengvai išaiškinamos. Mums
reiktų kalbėti apie aukštą ir žemą slėgimą ir kitus meteorolo-
gijos dalykus. Tuo būdu mes per toli nukryptume nuo te-
mos. Geriau grįžkime dar pakalbėti apie šilumą, kuri reikalin-
ga garavimui! Be abejo, ne kartą esi taip bėgiojęs ar sporta-
tavęs, kad tavo kakta buvo prakaito išpilta?“

„Žinoma!“ patenkintas patvirtino Algis.

„Tai ar kartais neatsimeni atsitikimo, kad, nežiūrint su-
prakaitavimo arba gal kaip tik dėl to, kad buvai suprakaita-
vęs, nusišaldei?“

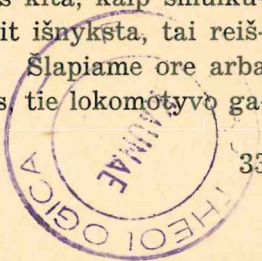
„Kone kiekvieną kartą, kai suprakaitavęs atsistodavau vė-
juje!“

„Matai, tai vėl mūsų garavimo istorijos pasėka! Prakai-
tuojant dalis prakaito išdžiūsta. Tuo būdu kūnas šiek tiek atvės-
ta, nes netenka dalies šilumos, kuri reikalinga skysčiui garuoti.
Ramiam ore garavimas greit liaujasi, nes aplinkui tiek van-
dens garų, kad oras naujų nebegali suimti. Oras, kaip sakome,
yra sotus garais. Jei, tačiau, pučia vėjas, tai jis atneša vis naujo
oro, kuris dar gali suimti garus, ir mūsų odos prakaitas ima
sparčiai džiūti, reikalaudamas vis naujos ir naujos šilumos.
Dėl to ir skalbiniai vėjuje geriau džiūsta. Kai oras prisisotinęs
garų, tai niekas beveik nedžiūsta. Ir mūsų kaktos tada lengvai
apsipila prakaitu. Taip dažnai esti prieš audrą: šilta, drėgna ir
tvanku.

*Džiūvimo
šaltis.*

*Drėgnas ir
sausas oras.*

„Kaip dar pažįstama, ar oras sotus vandens garų?“
„Tam reikalui fizika turi savo instrumentų, higrometrais vadi-
namų. Kiekvienoje meteorologijos stotyje jų gali užtikti. Ne-
blogai galima dar spręsti apie oro sotumą ir iš garvežio palei-
džiamų vandens „dūmų“, kurie yra ne kas kita, kaip smulku-
čių vandens lašelių debesys. Jeigu jie greit išnyksta, tai reiškia,
kad oras yra sausas ir lemia giedrą. Slapiamė ore arba
prieš lietų, vadinasi, kai ore daug drėgmės, tie lokomotyvo ga-



rai ilgai tyso, kaip balti debesėliai ir tik pamažu teišnyksta. Iš lokomotyvo debesėlių gali spėti apie būsimąjį orą!“

Algis vis tebegalvojo apie vasarą ir jos smagumus.

„Dabar suprantu, kodėl mums taip maloni šiluma, kai mes didelėj kaitroj lipame iš maudyklės!“

„O kodėl?“ norėjo patikrinti Ignas.

„Nes džiūstant kūnui, jis netenka šilumos. Džiūvimas yra ne kas kita, kaip garavimas“.

„Teisingai. Lygiai tos pačios įtakos mums daro ir gatvių laistymas. Juk palaistytos gatvės džiūsta ir suima aplinkos šilumą, dėl ko mes pajuntame maŃonų vėsumą. Va, šiuo ir baigame, mielas Algi, vieną didelį visos fizikos skyrių. Mes apsidirbome su vadinamuoju šilumos mokslu, kuris mus moko apie temperatūrą ir šilumą. Aiškus dalykas, dar būtų daug daug kas kalbėti. Bet negalima viso ko žinoti, negalima viso ko įsidėti galvon. Todėl tenkinamės aptarę pačius svarbiuosius reiškinius, tuos, būtent, kuriuos užtinkame gamtoje arba kuriais naudojames technikoje. Dabar dar kartą peržiūrėk savo pasižymėjimus, dar kartą visa pergalvok ir, kai būsi įsitikinęs visa supratęs ir įsiminęs, pradėsime kitą fizikos mokslo dalį“.

Taip, visa dar kartą perstudijuoti Algis nuoširdžiai norėjo. Daug įdomių dalykų jis turėjo pasižymėjęs savo sąsiuvinį. Bet dar didesnis jo buvo smalsumas dar nepažintiems fizikos dalykams.

„Pasakyk man bent, apie ką mes kalbėsime kitą kartą“, jis paprašė.

„Vėl apie žodį, kuris kasdieniam gyvenime visai kitaip suprantamas, negu fizikoje, būtent, apie jėgą!“ baigė Ignas pirmąjį savo „privatinio fizikos kurso“ skyrių.

II DALIS.

Mechanika.

A. KIETŲJŲ KŪNŲ MECHANIKA.

10 skyrius.

Kas yra fizikoj jėga?

Pakartojimas to, kas ligi šiol girdėta, užtruko ilgiau, negu Algis buvo manęs. Betgi yra didelis skirtumas, galvojo jis, tarp pažinimo, nuolatinio kokio nors fakto žinojimo ir kartinio girdėjimo. Atrodė neįtikima, kad jau po kelių dienų buvo primiršamos ar painiojamos atskiros sąvokos. Tad reikėjo ne kartą visa perskaityti ir pergaltoti! Tik pamažu tuo būdu Algis „pasisavino“ kai ką iš šilumos mokslo. Žinoma, Algis neapsiėjo kartkartėmis dar kai ko nepaklausęs savo brolių ar pas jį nepatikrines. Tuos jų pašnekesius praleisime, nes jie kalbėdavo apie jau aprašytus dalykus. Taip pat gerai padarytų ir šios knygos skaitytojas, jei jis, kaip Algis, pirma gerai išsąmonintų šilumos mokslą ir tik tai tada imtųsi naujų dalykų.

Taip praslinko keletas savaitių ligi, pagaliau, atėjo valanda, kada mūsų Algiui turėjo atsiverti nauja fizikos sritis.

Ignas pradėjo: „Ar tu dar atsimeni, Algi, apie kokį žodį dabar mes turime kalbėti?“

„Apie jėgą“, atsiminė užkalbintasis.

„Teisingai! Arba, tiksliau kalbant, apie jėgų mokslą, sve-
timuoju žodžiu mechanika vadinamą. Jei, sakysim, geležinkelio pervažos sargas, sukdamas tam tikrą rankeną, nuleidžia pervažos užtvarą, tai mes kalbame apie mechaninį jo sukimo perdavimą užtvarai. Tai reiškia, kad sukimo judesys, tarpinin-

Jėga.

kaujant tam tikrai vielai, sukėlė pertvaros judesį. Technikoje mechanikos žodis vartojamas pavadinti svarbiausiai jėgų pritaikymo sričiai, mašinų mokslui. Dėl to kalbama ir apie mechanikų profesiją, pvz., automechanikų ir k. Fizikoje mechanika vadiname tiesiog mokslą apie jėgas. Taigi svarbiausias dabar klausimas: kas yra jėga?

Pagalvokime apie traukinio vagoną, kuris ramiai sau tūno kur nors ant bėgių. Niekas to vagono nestumia, nė netraukia. Ką gi daro vagonas?“

„Jis ir stovi sau kur stovėjęs!“ Kaip galima klausti tokių savaime suprantamų dalykų, pagalvojo Algis.

„Gera! Jis sau stovi! Kodėl jis stovi? Kadangi jo neveikia jokia jėga! Ar jį garvežys traukia arba stumia, ar koks čiaupas nukelia nuo bėgių — jo judėjimo priežastis yra viena, būtent, „jėga“. Taigi galėtume tuojau pasakyti, kad jėga yra judėjimo priežastis. Tai jau beveik ir teisinga, bet mes norime jėgą dar ryškiau apibrėžti. Tuo tikslu įsivaizduokime kitą vaizdą: sakysim, važiuojame dviračiu pasivažinėti. Prieš mus ilgas laisvas, puikiai asfaltuotas kelias. Mes stipriai miname, kol pasiekiamo, vienas greta antro važiuodami, pvz., 30 km greitį per valandą. Dabar nustokime mynę ir leiskime dviračiams laisvai riedėti. Kas bus?“

„Mes dar gana toli nuvažiuosime!“

„Dabar vėl pagalvok apie mūsų fiziką. Mums pasiliovus minti, dviračio niekas nebevaro pirmyn! Taigi mes matome: jei kūnas jau juda ir jo nebeveikia jėga, tai dėl to jis, toli gražu, dar nesustoja! Grįžkime vėl prie mūsų dviračių! Jų abiejų greitis buvo vienodas, kai mes liovėmės minti. Dabar šiek tiek pakeiskime savo vaizdą: aš, pavyzdžiui, ir toliau važiuoju gražiu asfaltu, o tu, sakysim, pasuki į nelygų žolėtą taką. Iš pradžių važiuojame dar kartu, tačiau greitai atsiranda skirtumas. Koks, būtent?“

„Aš savo žolėtam take pradedu atsilikti. Mano dviratis greičiau sustoja“. „O kodėl?“ „Kadangi žolė labiau kliudo važiuoti negu asfaltas!“

„Taigi: juo lygesnis kelias, juo...?“

Apie
dviratininkus
ir garvežius.

„Juo toliau nulekia dviratis neminamas!“

„O dabar įsivaizduok, Algi, tokį idealų kelią, kad visai nebeliktų trinties! Kas tada?“

„Tada dviratis nerustotų riedėjęs, nebent privažiutume prieškalnę“.

„Na, matai, tu pats radai svarbų mechanikos dėsni: trintis yra jėga, kuri stengiasi kūnus stabdyti. Jei nebūtų trinties, ir mes nebemintume, tai dviračio nebeveiktų jokia jėga. Ir vis dėlto jis riedėtų! Taigi matome: jei stovinčio (fizikoj, paprastai, sakoma „rymančio“) kūno neveikia jėga, tai jis ir pasilieka stovėti; jei judančio kūno taip pat neveikia jėga, tai jis ir toliau juda! Tiesa, praktiškai tokio atsitikimo, kad judančio kūno neveiktų jokia jėga, kaip netrukus pamatysime, visai nepasitaiko. Tačiau tai, ką tik ką pasakiau, yra teisinga. Blieka smulkiau išnagrinėti jėgų veikimą. Mes jau matėme: norint kūną išjudinti, reikia jėgos. Garvežys yra tam reikalui vaizdus pavyzdys. Kada garvežys dar reikalingas jėgos?“

„Kai traukinys nori greičiau, didesniu greičiu, važiuoti“.

„Teisingai! Bet taip pat ir kai traukinys nori savo greitį sumažinti! Arba, nevartodami garvežio stabdomosios jėgos, paleidžiame traukinį, kol jis pats sustoja. Kas jį tada sustabdo?“ „Trintis“. „Taigi taip pat jėga! Galime ir patys padidinti trinties jėgą, pavartodami stabdį. Kad vežimui sustabdyti reikia jėgos, manau, kiekvienas žino, nes kiekvienam gal yra tekę tokį ar kitokį vežimą stabdyti. Taigi dabar jau galime visiškai tikrai apibrėžti, kas yra jėga:

Jėga yra judėjimo pasikeitimo priežastis. Taigi jėga yra reikalinga: 1, kad kūną išjudintume; 2, kad padidintume jo greitį; 3, kad sumažintume jo greitį; 4, kad jį sustabdytume. Pagaliau, reikia pridurti dar ir 5-tas atsitikimas — kad pakeistume judėjimo linkmę. Jei, pvz., traukinys turi apvažiuoti kreive, tai bėgiai turi atlaikyti jo posūkio spaudimą, taigi patys veikti jėga, kuri sukliudo traukinio nušokimą nuo bėgių. Dabar gali numanyti, kodėl fizikui nedera sakyti: šis žmogus turi milžino jėgą. Nebent būtų laikoma savaime suprantamu, kad toks pasakymas yra tolygus pasakymui: šis žmogus galėtų, jei panorėtų, savo raumenimis didele

*Raumenų
jėga.*

jėga paveikti koki kūną. Tačiau, kol jis neveikia, tai, fizikos kalba tariant, jis ir jėgos neturi; jis turi tik energiją ar galimumą padaryti darbą. Žodžius energiją, darbo galimumą ir kitus tokius, mielas Algi, mes taip pat vėliau sutiksime ir smulčiau išsiaiškinsime. Tuo tarpu bent įsidėmėk, kad yra skirtumas tarp jėgos ir energijos. Gerai reikia įsidėti galvon: jėga yra judėjimo pasikeitimo priežastis. O rytoj aš tau papasakosiu apie įvairias jėgas“.

11 skyrius.

Svarbiausioji jėga yra traukos jėga.

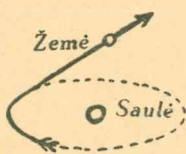
Šiuo sakiniu Ignas pradėjo kitą savo „paskaitą“, kaip jis juokais vadindavo savo pamokas.

„Ar magneto traukos jėga?“ paklausė Algis. Apie magneto traukiamąją jėgą jis jau buvo girdėjęs.

*Visi kūnai
traukia
kits kitą.*

„Visai ne! Magnetinė trauka šiam skyriui visai nepriklauso! Ne; tiesiog dviejų kūnų savitarpio traukiamoji jėga. Visi daiktai traukia kits kitą! Tiesa, jėga, kuria traukia, sakysim, šis pieštukas šį trintuką (jis parodė ant stalo gulinčius pieštuką ir trintuką), yra tokia be galo maža, kad dėl jos daiktai niekuomet neimtų judėti. Savitarpio traukos jėga pasidaro žymi tik tuo atveju, kai bent vienas kūnų yra milžiniško didumo, pvz., kad ir visos žemės didumo! Mums žmonėms yra itin reikšminga žemės ir saulės traukos jėga. Tu jau žinai, kokiuo keliu

*Žemė ir
saulė.*



Pav. 7.

žemė juda per vienus metus?“ „Ji sukasi aplink saulę“. „Ir kas nuolat kinta tame žemės judėjime?“ „Linkmė“. „Ir tam reikalui turi būti jėga, kuri pakeičia kelio linkmę. Ši jėga ir yra žemės ir saulės savitarpio traukos jėga. Jei nebūtų tos jėgos, tai žemė bematant pabėgtų nuo saulės, ir mes neišvengtume šalčio mirties“. (Pav. 7).

„Ar saulės traukos jėga labai didelė?“ paklausė Algis. Ignas buvo atidus kiekvienam savo brolio žodžiui ir tikrino jų teisingumą. Ir čia jis tuojuo pastebėjo:

„Prieš atsakydamas į tavo klausimą apie tos jėgos dydį, turiu tave truputį pataisyti. Tu kalbėjai apie jėgą, kuria saulė traukia žemę. Tas posakis neteisingas. Iš tikrųjų jos traukia viena antrą ta pačia jėga!“

„Vadinasi, ir žemė traukia saulę?“ abejojamu balsu dar kartą paklausė Algis.

„Žinoma, ir visai tokia pat jėga, kaip ir saulė žemę!“

„Tai ir saulė turėtų suktis aplink žemę“, pridūrė Algis.

„Nebūtina! Imkime vėl kokį paprastą palyginimą! Sakysim, turime stiprią ilgą plieninę spyruoklę, kurią visomis jėgomis ištempiame ligi 2 metrų. Toliau, tebūnie čia dvi sienos, tarp kurių atstumas taip pat 2 metrai. Vienoje sienoje įtaisytas mažas geležinis kablys, o antroje įmūryta didžiulė geležinė kaladė, taip pat su kabliu. Spyruoklės galus užkabinkime už abiejų kablių (pav. 8). Spyruoklė stengiasi susitraukti. Tegu kabliai taip tvirtai įtaisyti, kad jie neišsitraukia. Spyruoklė abu juos traukia lygia jėga. Dabar atpalaiduokime mažąjį kabli. Kas atsitiks?

„Spyruoklė susitrauks ir svies mažąjį kabli į priešais esančią sieną!“

„Gera! Vėl įtaisykime sienon mažąjį kabli ir atpalaiduokime geležinę kaladę. Kas dabar bus?

„Kaladė taip pat bus sviedžiama į priešais esančią sieną!“

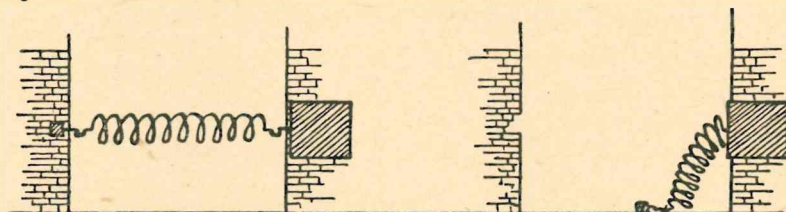
„Ar taip pat kaip mažasis kablys?“

„Ne, ne taip greit“, atsakė visai teisingai Algis. „Jei ji labai sunki, tai gal ji tik iškris iš sienos“.

„Taigi, mes matome, kad nors spyruoklė traukia lygia jėga ir mažąjį kabli ir didžiąją kaladę, bet nelygiai juos patraukia! Lygiai tas pat yra ir su saule bei žeme. Jų savitarpio traukos jėga traukia žemę prie saulės ir saulę prie žemės. Dabar dar kartą grįžkime prie savo kablių! Atpalaiduokime juos abudu iš karto! Kas dabar atsitiks?“ „Abu išlėks iš savo sienų!“ „Visai ne!“ prieštaravo Ignas. „Tik mažasis kablys teišlėks, kaip ir pirma, o didysis, veikiausiai, nė nepakrutės; geriausiu atveju gal pasislinks kokį dvejetą milimetrų! (Pav. 9). Kai traukiamoji jėga veikia tarp didelio ir mažo kūno, tai didysis pajuda tiek kartų mažiau, kiek kartų jis didesnis už ma-

žąji. Atsimenant, kad saulė šimtus tūkstančių kartų didesnė už mūsų žemę, visai suprantama, kodėl saulė dėl tos jėgos vos juda, o žemė, tos pačios jėgos veikiamą, yra priversta suktis aplink saulę.

„Tač kaip pagaliau, ar saulė šiek tiek juda, ar taip visai ir nejuda?“



Pav. 8.

Pav. 9.

„Juda. Ir saulė pasiduoda ton pusėn, kur eina planetos, taigi ir žemė. Tačiau saulės judėjimas mažas. Tik astronomas su savo žiūronais gali tą judėjimą nustatyti. Be to, saulė su visomis planetomis keliauja erdvėmis, tarsi motina su savo vaikais, išėjusi pasivaikščioti. Kur link toji kelionė, atidėkime vėlesniam laikui, antraip, galime visai užmiršti, kad turime kalbėti apie jėgas. Tu manęs klausei apie didumą tos jėgos, kuria saulė traukia žemę. Dabar tu matai, kad tas posakis buvo nevisai teisingas. Teisinga yra sakyti: kokio didumo yra jėga, kuria saulė ir žemė viena antrą traukia? Apie tos jėgos didumą aš tau galiu pasakyti ryškų pavyzdį. Tu jau žinai, kad traukos jėga sukliudo žemei pabėgti nuo saulės. Įsivaizduok, kad ši traukos jėga staiga išnyko ir kad žemei prie saulės išlaikyti mes imame vielų virvę. Dėmesio! Virvė turėtų būti 9000 km storumo, norint, kad ji nenutrūktų! 9000 km, taigi 9 milijonai metrų! Tokia nepaprasta jėga saulė ir žemė yra tarp savęs susietos!“

„Tarp žemės ir mėnulio turėtų būti taip pat panaši jėga?“ spėjo Algis.

„Žinoma. Aš jau sakiau, ji yra tarp kiekvienų dviejų kūnų. Tik praktiškai nevisur ir nevisada ji pastebima. Vienas traukos jėgos atvejis mums žmonėms ne mažiau svarbus, kaip traukos jėga tarp saulės ir žemės, yra žemės ir visų ant jos esamųjų daiktų traukiamoji jėga, neaplenkiant nė mažiausio daik-

*Žemė ir
daiktai.*

telio. Tarp žemės ir obuolio veikia traukos jėga. Tik ir čia rasime panašumą su nagrinėtuju kablių pavyzdžiu: mažasis obuolys juda į žemės pusę, jis „krinta“, tuo tarpu kai žemė dėl to menko obuolio visai nė nepajuda. Ši „žemės trauka“ veikia visus daiktus, kuriuos tik matai. Jie traukiami į žemės centrą. Paprastai tą jėgą mes vadiname kūnų s v o r i u. Užtuot sakiu: geležies gabalas sveria 1 kg, teisingiau yra pasakyti: žemė ir geležies gabalas traukia vienas antrą „vieno kilogramo jėga“. Paleidę geležį iš rankų, matome ją krįtant žemėn. Griežtai kalbant, taip pat ir žemė turėtų „krįsti ant geležies“, bet ji, palyginti su geležimi, yra tokia didelė, kad, aišku, geležies traukimo nė nepajunta“.

Svoris.

Ir žemė traukiama.

Algis suraukė kaktą. Vadinasi, jis galvoja. Netrukus išgirdome ir klausimą: „Tad mes ant žemės turėtume šiek tiek justį mėnulio traukos jėgą?“

„Mes, žmonės, ne; tam mūsų kūnas per mažas ir mėnulis per toli. Bet didžiausias judrus kūnas, kurį turime ant žemės, tas tai jau turi justį mėnulį!“ „Kas gi tas kūnas?“ „Jūra! Mėnulio traukos jėga pakelia jos vandenį ir vėl nuleidžia. Tuo būdu ir kyla jūros potvyniai ir atoslūgiai“.

Potvynis ir atoslūgis.

„Ar jūra taip pat jaučia ir saulės traukos jėgą?“ dar paklausė Algis.

„Truputį — taip! Tačiau „saulės potvyniai“ daug mažesni už mėnulio. Bet dabar palikime plačiasias pasaulio erdves ir kukliai sugrįžkime žemėn, kad geriau susipažintume su kūnų svoriu, kylančiu iš žemės ir daiktų savitarpio traukimosi. Tik nebe šiandien, o kitą kartą!“

12 s k y r i u s.

Kas sunkesnis, medis ar švinas?

„Šiuo klausimu Ignas pradėjo savo kitą „paskaitą“.

„Žinoma, švinas!“ („Tokiais vaikiškais dalykais jis manęs nebepagaus!“ — pagalvojo Algis).

„O aš to taip tikrai ir nežinau!“ šypsodamasis tarė Ignas.

„Kas gi sunkesnis, ar švino šratas, ar medžio sienojas?“

„Žinoma, sienojas; jis juk daug didesnis!“

*Kada galima
lyginti?*

„Matai, mielas Algi, kaip pavojinga tiesiog tvirtinti, kad švinas sunkesnis už medį. Pirmiausia reikia žinoti, kokio didumo turime daiktus. Visai teisingai tegalime palyginti abi medžiagas, medį ir šviną, tiktai tada, kai . . ., na kada?“

„Kai abiejų medžiagų imame tiek pat!“

„Ką reiškia „tiek pat“?“ vėl paklausė Ignas. „Galima būtų pamanyti, kad to paties svorio gabalus. Taigi „tiek pat“ turime tiksliau pasakyti. Tai kaip galų gale tiksliai pasakytumei?“

„Medinį ir švininį kūną to paties dydžio, to paties tūrio!“

„Dabar gerai!“ pagyrė Ignas. „Lygaus tūrio kūnus, pvz., po vieną kubinį centimetrą. Tu, tur būt, žinai, kiek tai yra?“

„Taip, kubas, kurio ilgis, plotis ir aukštis yra 1 cm“.

*Specifinis
svoris.*

„Gerai. Taigi, norėdami palyginti įvairias medžiagas, pvz., šviną, medį, geležį ar net vandenį, turime imti kiekvienos jų lygiai po kub. cm ir pasverti. Vandens pasisemiamė lygiai 1 k. cm su atitinkamu indeliu. Pasveriamė iš pradžių vien indelį, o paskui jį su vandeniu. Tuo būdu randame, kad 1 kub. cm švino sveria 11 g, 1 kub. cm geležies sveria 8 g, medžio — 0,7 g ir vandens lygiai 1 g. Tat kiekviena medžiaga turi savo būdingą skaičių, kuris tuojau pasako, kiek sveria jos vienas kubinis centimetras. Tą skaičių vadiname medžiagos specifiniu svoriu. Specifinis geležies svoris yra 8, tatai reiškia, kad 1 k. cm geležies sveria 8 g. Dabar matome, kad negalima klausti, kas yra sunkesnis, medis ar švinas, bet klausimas gali būti, pvz., toks: kurios tų dviejų medžiagų didesnis specifinis svoris? Iš daugybės specifinių svorių turi išidėmėti vienos medžiagos, būtent, vandens. Jo specifinis svoris yra vienetas. Tai reiškia. 1 kub. cm vandens sveria 1 g, 1 litras vandens sveria 1 kg, 5 litrai sveria 5 kg ir t. t. Vadinasi, vandens tūris ir vandens svoris išreiškiamas tuo pačiu skaičiumi“.

Nežiūrint žemės traukos jėgos, kūnai gali pasilikti ramybėje.

Ignas pamažu paprato pradėti savo pamokas atitinkamu klausimu. Jis duodavo progos Algiui tuoj galvoti. Į šios dienos klausimą jis tarėsi atsakysiąs, tik jam sunku buvo atsakymas pagrįsti: „Stalas yra toks tvirtas, kad jis nepasiduoda traukiamas“.

„Beveik teisingai. Bet dalyką panagrinėsime pagal griežtus fizikos dėsnius. Pasiremkiye vėl jėgos sąvoka! Kas yra jėga?“

„Jėga yra judėjimo pasikeitimo priežastis!“ Tatai Algis žinojo atmintinai.

„Gera! Vadinasi, kai kūną veikia jėga, tai jis ima judėti! O v i e n a jėga visada veikia kiekvieną kūną, kuris yra žemėje, būtent, svorio jėga (tuo žodžiu dar mes vadiname žemės traukos jėgą). Nepaisant to, stiklinė ant stalo nejuda. Kaip tatai galima? Čia turime pagalvoti pirma apie kitą pavyzdį: gatvėje stovi rankinis vežimėlis ir priešais jį berniukas, besirengiąs jį nuvežti. Berniukas, vadinasi, veikia savo kūno jėga vežimėlį. Tada atbėga jo draugas ir nori jį truputį paerzinti. Jis priselina iš užpakalio prie vežimėlio ir...? Ką jis daro, kad sutrukdytų važiavimą?“

*Berniukas
traukia
vežimėlį.*

„Jis tempia vežimėlį į priešingą pusę!“

„O kokia jėga jis turi traukti, norėdamas, kad vežimėlis nepajudėtų iš vietos?“

„Ta pačia jėga, kuria pirmasis vaikas traukia vežimėlį pirmyn“.

„Visai teisingai! Dabar išverskime tai į fizikos kalbą ir turėsime naują svarbų dėsnį! Jis skamba: kūnas pasilieka ramybėje, jeigu jį veikia dvi vienodo didumo, bet priešingos linkmės jėgos. Ir dėl tos pačios priežasties mūsų daiktas gali ramiai gulėti ant stalo. Įsivaizduok akimirka, kad mes norime pastatyti stiklinę ant vonios vandens paviršiaus! Kas atsitiktų?“ „Ji nuskęstų“.

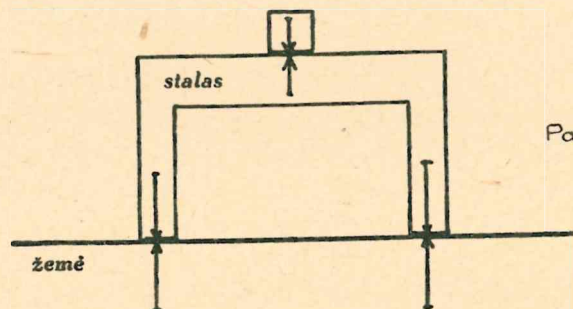
*Kūnas
palieka
ramybėje.*

„Mažiausia galėtume pasakyti: ji grimsta. Bet kietame stalo paviršiuje stiklinė negrimsta. Nė vienos šimtosios mm dalies stiklinė neįsispaudžia į stalo medį. Kodėl?“

Algis teisingai, bet nepakankamai fizikiškai, atsakė: „Kadangi medis nepasiduoda įspaudžiamas“.

Jėga ir priešjėgė.

„Teisingai. Bet fizikas pasakytų: kadangi medis ir iš viso kieti kūnai veikia tokia pat jėga kiekvieną jėgą, nenukreiptą ta linkme, kuria galėtų jis judėti. Taigi, stalo medis spaudžia stiklinę į viršų lygiai ta pačia jėga, kaip ji stalą žemyn. Tai ir yra priežastis, dėl ko stiklinė sau stovi. Panašiai stalas slegia grindis, o grindys — rūmų sienas, šios pastarosios — jų pamatus, o šie, pagaliau, žemę (pav. 10). Žemės kevalas galutinai laiko visus žemėje esančius kūnus. Jei žemės paviršius būtų minkštas, tai visi kūnai į jį susmegtų arba ir nugrimstų. Visais čia paminėtais atsitikimais į viršų spaudžia to pat dydžio jėga, kaip ir į žemę, ir dėl to visi kūnai, kaip stiklinė, stalas, grindys, pasilieka „ramybėje“.



Priešjėgė, kuria spaudžia žemės kevalas prieš rūmų svorį, yra visiškai lygi tam rūmų svoriui. Jei nuo stalo nuimsime stiklinę, tai tuo pačiu metu, žinoma, išnyks ir priešjėgė. Ji yra tik veikiančios jėgos pasėka, visai panašiai, kaip kad, pvz., šešėlis yra spindinčios saulės padarinys. Pasislėpus saulei už debesies, tuojau išnyksta ir šešėlis.“

„Ar toji priešjėgė visada nukreipta į viršų?“ — paklausė Algis.

„Visai ne! Ji tik visada yra veikiančiai jėgai priešingos linkmės. Tik dažniausiai daiktai neišvengiamai slegia kūnus, kurie yra po jais. Tais atvejais jėga nukreipta žemyn, o priešjėgė tiesiog aukštyn. Bet yra ir kitokių visokių jėgų. Jei tu,

pvz., atsiremsi į stačią kėdės atramą, tai ji priešinga — šiais atsitikimais gulsčia — linkme spaus tau nugarą“.

„O ar jėga gali būti bet kurio didumo, ir kietas kūnas visada turės tokio pat didumo priešjėgę?“

„Tik ligi tam tikrų ribų. Jei tu, pvz., sumanytum garvežį užrioglinti ant suolo, tai suolas vargu ar išlaikytų tavo bandymą. Tu pamatytum, kad ir kietas kūnas, per daug spaudžiamas, ilūžtų, įlinktų ar šiaip atsitiktų kokia katastrofa. Tačiau nepriejus tos ribos, visada jėga = priešjėgai. Baigdamas šį skyrių, aš dar noriu atkreipti tavo dėmesį, kad vietoj priešjėgės kai kas sako ir „priešspaudžio“ žodį. Tačiau jis nevertotinas. Fizika pasiliko žodžiui spaudimas ar slėgimas kitą uždavinį.

14 skyrius.

Trintis.

Po trumpos pertraukos užkandžiui Ignas vėl pradėjo pasikalbėjimą.

„Dabar pakalbėsime dar apie jėgą, kuri savo reikšme, gal būt, prilygsta traukos jėgai, būtent, apie trintį. Mes jau įsitikinom, kad kiekvienas judėjimas sustabdomas tos trinties jėgos, jei nuolat neveikia kita, jai priešinga jėga. Tu atsimeni, kad mes pavyzdžiu ėmėme dviratį. Mes buvome tikri, kad lygioje horizontalinėje gatvėje, jei nebūtų trinties, dviratis lėktų nesustodamas, nors jis ir nebūtų minamas. Taigi miname tik dėl to, kad išlygintume trinties veikimą. Jei mes imame smarkiau minti, tai dviratis ima greičiau riedėti. Jei silpniau miname, tai...?“ „Tai pamažu sustojame!“

*Vėl truputį
apie
dviračius...*

„Dabar tavęs paklausiu: Ar toji trintis, verčianti mus nuolat minti dviračio pakojas, yra vien nemalonus kiekvieno judėjimo palydas?“

„Žinoma, būtų daug praktiškiau, jei jos nebūtų“, — tarė savo nuomonę Algis. „Garvežiui tereiktų traukti traukinį tik ligi jis pasiektų reikiamą greitį, o paskiau jo garą būtų galima sulaikyti! Būtų galima sutaupyti daug anglių! Tas pat būtų ir su kitomis važiavimo priemonėmis!“

*...ir
geležinkelius.*

Ignas nusijuokė.

Ratai slysta. „Ši kartą tu visai įklimpai!“ džiaugėsi jis. „Pasvarstykime tik apie garvežį. Ar tu kartais atsitiktinai nesi matęs pradedančio važiuoti ilgo traukinio, ypač rudens metu, kai nuo drėgmės ir nukritusių lapų geležinkelio bėgiai pasidaro slidūs!“

„Taip, esu matęs net keletą kartų!“

„Ir nieko ypatinga nepamatei, stebėdamas garvežį?“

„Jo ratai iš pradžių sukosi vietoje, tuščiai, tik gerokai pabarsčius smėlio, traukinys išsijudino“.

„Teisingai pastebėta. Bet dabar sakyk dar, kam buvo barstoma smėlys! Kodėl ratai be smėlio slysta?“

„Bėgiai buvo perdaug slidūs, nuo smėlio jie darėsi šiurkštesni“.

„O kuriam galui reikia, kad bėgiai būtų šiurkštesni? Ko mašinai trūksta važiuojant lygiais bėgiais?“

Trintis. „Trinties!“ Tiesą sakant, Algis netyčia pataikė ištarti šią fizikos sąvoką. Bet čia jis ir pats susiprato, gerai pataikęs. Todėl, nelaukdamas Igno paaiškinimų, jis toliau kalbėjo:

„O taip! Trinties! Be jos garvežys negali pradėti judėti!“

„Na, matai! Svajonė apie važiavimą be jėgos, apie kelionę dviračiu be mynimo, pasirodo tuščia, nes be trinties mes iš viso negalėtume pasijudinti! Visas pasaulis be jos būtų tarsi vienas milžiniškas pirmasis ledas tokio slidumo, kad joks judėjimas būtų visiškai neįmanomas! Tiesa, daug jėgų reikia trinčiai nugalėti, ji mums brangi, bet vis dėlto ji mums būtina ir labai reikšminga, nes be jos nebūtų galimas žemėje joks judėjimas! Mums telieka viena išeitis: trintį, kur galima, sumažinti! Visur ten, kur galimas judėjimas ir su mažesne trintimi. Tuo tikslu šiais laikais daromos rutulinės gulyklos, kietos ir lygios gatvės, tepamos visokios mašinų dalys ir t.t. O kai kuriais atvejais, priešingai, visa darome, kad padidintume trintį: barstome smėlio ant slidžių šaligatvių, sugnybame bėgius traukinio stabdžiais, įrengiame guminius stabdžius dviračiams ir t.t. Vartojant stabdžius, visada galima pastebėti dar vienas reiškinys. Užtenka tau didesnę pakalnę nuvažiuoti su stabdžiais dviračiu, kad pastebėtum tą įsidėmėtiną reiškinį“.

„Žinau, ką turi galvoje! Stabdys ir jo veikiamos dviračio dalys įkaista!“

„Teisingai! Iš tikrųjų, šilumos atsiranda visur ten, kur yra trintis. Kai trintis maža, pvz., važiuojant dviračiu lygia gatve, atsirandančios šilumos nepastebime, nes dviračio ratai dėl to maža tešyla ir, be to, jie tuoju vėsta. Bet aršiai stabdant, metalinės stabdomosios dalys gali įkaisti ligi raudonumo. Šitas reiškinys yra pasėka svarbiausio fizikos dėsnio, apimančio visas fizikos mokslo sritis. Tas dėsnis vadinamas energijos išlaikymo, pastovumo bei patvarumo dėsniu. Energija yra tarsi „darbo galimumas“. Mes su ta sąvoka buvome jau susidūrę, kai kalbėjome, kad žmogus turis ne jėgą, bet „darbo galimumą“. Jo vietoj galėtume sakyti ir energiją. Jei, pvz., rieda traukinio vagonas, tai jis savo smarkumu taip pat turi darbo galimumą, taigi energiją. Jis galėtų, pvz., sugriauti visą namą! Lygiai taip pat šiluma yra energija. Su šiluma galima juk varyti garo mašinas. O energijos išlaikymo dėsnis tvirtina: niekas negali energijos galutinai sunaikinti, lygiai kaip niekas jos negali jokiais būtais iš nieko pasidaryti. Visi reiškiniai, kurie tik gamtoje pasitaiko, yra ne kas kita, kaip energijos pasikeitimas iš vienos rūšies į kitą. Tos pat rūšies reiškinys yra ir stabdymasis dėl trinties. Vežimo smarkumas dingsta, bet energija negali dingti, tad kur ji pasideda? Ji neišnyksta, o tik virsta šiluma. Kiek smarkumo trintis sunaikina, lygiai tiek pat atsiranda šilumos. Vėliau, kai susipažinsime su daugiau energijos rūšių, mes dar puikiau įsitikinsime, kad šis dėsnis yra svarbiausias fizikos dėsnis. Tuo tarpu užteks, jei tu įsidėmėsi tą dėsni apskritai, o tikroji jo vertė pamažu lyg savaime paaiškės. Tuo baigiame savo skyrių apie trintį, o kitą kartą pakalbėsime apie tai, kaip jėgos gali veikti kūną“.

*Energijos
išlaikymas.*

15 skyrius.

Kaip jėgos gali veikti kūną.

„Taip, mano mažasis fizike, šiandien sudarysime sąrašą įvairių jėgos į kūną veikimo galimumų“, — pradėjo, kelioms

dienoms praslinkus, Ignas vėl verpti fizikos siūlą. „Koks galėtų būti paprasčiausias atsitikimas?“

Jokia jėga. „Jei kūno visai neveiktų jokia jėga“.

„Teisingai! O kas tada būtų su kūnu?“

„Jis pasiliktų gulėti, jei prieš tai buvo gulėjęs; o jei jis buvo judėjęs, tai ir toliau judėtų vis tuo pačiu greičiu ir ta pačia linkme“.

Viena jėga. „Gerai. Dabar antras atvejis: kūną veikia viena jėga“.

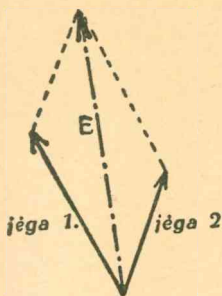
„Ir šiuo atveju kūnas pasilieka ramybėje, kaip, pvz., stiklinė ant stalo“, tarė Algis.

Dvi jėgos. „Ne! Stiklinę šitaip jau veiktų dvi jėgos, būtent, svorio ir priešjėgė! Jei kūną teveiktų vienu viena jėga, tai jis tuoj imtų judėti tos jėgos veikimo linkme! Paprasčiausias tokio atsitikimo pavyzdys būtų daiktas, kurį iš rankos laisvai paleistume kristi. Kai tik mūsų ranka liautųsi jį laikiusi, beliktų viena svorio jėga, dėl kurios jis kristų stačiai žemyn, vadinasi, žemės centro linkme. Dabar pakalbėkime apie dvi jėgas. Čia gali būti ypatingas atvejis, kada abidvi jėgos yra visiškai lygios ir viena antrai visai priešingos. Tokiu atveju vienos jėgos veikimas naikina antros jėgos veikimą, ir kūnas pasilieka kaip buvęs, tarsi jo visai neveiktų jokia jėga. Čia turime dažną ir svarbų pavyzdį daikto, kuris dėl priešjėgės atramos pasilieka ramybėje. Jei, tačiau, priešingos jėgos nelygios, tai, aiškus dalykas, nugali didesnioji, ir kūnas juda jos veikimo linkme. Šitam atvejui taip pat yra daug pavyzdžių; sakysim, paimam daiktą nuo grindų. Imdami daiktą, savo raumenimis mes veikiamo aukštyn didesnę jėgą, negu žemė traukos jėga žemyn. O jei dvi jėgos veikia ta pačia linkme, tai jų veikimas lygus, paprastai, abiejų jėgų sumai. Du garvežiai traukinį tempia jėga, tarsi traukinio priešaky būtų vienas dvigubos jėgos garvežys. Pagaliau, galimas dar ir trečias atvejis: kūną veikia dvi jėgos, kurios sudaro tarp savęs kokią nors kampą, kitaip sakant, veikia kuria nors ne viena linkme. Tokių dviejų jėgų veikimas prilygsta veikimui vienos jėgos, kurios dydį ir linkmę lengviausia surandame brėždami jėgas popieriuje. „Jėgų lygiagrečiai“ yra figūra, kuri parodo, kaip dvi jėgos drauge veikia. Čia — Ignas parodė brėžinį (pav. 11) — veikia mūsų abi jėgos:

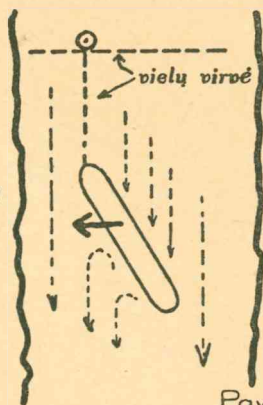
Jėgų lygiagrečiai.

1 ir 2; drauge jos taip veikia, lyg būtų pavaduojamos vienos jėgos E , kuri vadinama „atstojamąja“, „rezultante“. Tokių jėgos lygiagretainių yra begalės pavyzdžių. Aš panagrinėsiu tiktai vieną, kuris technikoje yra vienas svarbiausių, būtent — keltuą. Tu, tur būt, žinai, kas yra keltas?“

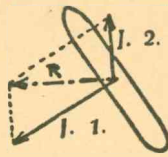
Keltuvas.



Pav. 11.



Pav. 12.



„Žinoma! Laivas, arba tiesiog tiltelis, prikabinamas prie metalinės virvės ir upės srovės varomas nuo vieno kranto prie antro“.

„Maždaug teisingai sakai“, pritarė ir Ignas. „Tik mes vėl kiek tiksliau panagrinėsime, kaip tas keltas yra srovės veikiamas. Keltininkas pasuka laivą tam tikra linkme, būtent...?“

„Įstrižai srovę“.

„Taip, o pagrindas yra šis: jei keltas pasisuka įstrižai srovę taip, kaip čia aš nubrėžiu (pav. 12), tai vanduo telkiasi ties dešiniuoju kelto šonu. Tuo tarpu kairiajame kelto šone ne tik nesusitelkia vanduo, bet, priešingai — atsiranda jo trūkumas, vanduo nuo kelto stačiai nuteka. Vandens susigrūdimas iš vieno šono ir jo nutekėjimas kitame šone ir sukelia jėgą, kuri veikia keltą iš dešinės į kairę (I_1). Be to, yra dar ir antroji jėga“.

„Virvė“, sušuko Algis, kad parodytų dalyką supratus.

„Teisingai! Ji traukia prieš srovę (I_2). Jėga, kuria traukia virvė, pati susidaro tokio dydžio, kad abiejų jėgų atstojama

moji yra nukreipta skersai srovę ir varo keltuą nuo vienos upės kranto į kitą“.

„Kodėl šis pavyzdys yra vienas svarbiausių?“ dar paklausė Algis. „Juk technikoje keltas nėra taip jau reikšmingas“.

*Apie lėktuvą
ir cepeliną.*

„Tai tiesa, bet mums tas pavyzdys yra dėl to labai reikšmingas, nes padeda suprasti kitus technikoje dažniau pasitaikančius ir svarbesnius pavyzdžius. Lėktuvo, cepelino ir laivo varymas vyksta pagal tuos pačius dėsnius, kaip ir keltuvas. Visur ten turime plokštumą, kuri nustatoma įstrižai srovės linkme. Vienoje pusėje dėl to susidaro vandens ar oro perteklius, o antroje — nepriteklus. Dėl to atsiranda jėga, statmeniškai su ta plokštuma. Be to, į plokštumą veikia dar lėktuvo ar laivo varomoji jėga. Abiejų tų jėgų atstojamoji yra vėl nukreipta skersai srovę ir suka laivo ar lėktuvo užpakalį į tą ar kitą šalį“.

Algis kelias minutes dar stebėjo brėžinį, ligi, pagaliau, susigyveno su šiomis naujomis jėgomis ir jų atstojamąja. Jis davė dar keletą pakartojamų klausimų, kurių nebekartosime, nenorėdami apie tą patį dalyką rašyti du kartus.

Pagaliam, jis ėmė klausti naujų dalykų.

„Ligi šiol mes vis kalbėjome apie dvi jėgas! Kas gi atsitinka su kūnu, jei jis veikiamas 3 ar net 4 jėgų?“

„Nieko nepaprasta nebeatsitinka“, atsakė Ignas. „Iš kiekvienų dviejų jėgų pagal mūsų jėgų lygiagretainio dėsnį susidaro atstojamąją ir tą darbą dirbame tol, kol belieka viena jėga. O apie ją tegalime vien tai pakartoti, kas jau mūsų pasakyta. Vienas mūsų išnagrinėtųjų atsitikimų bus kiekvienu atveju pritaikintinas“.

Čia jaunėlis prisiminė žodį, kurį jau buvo ne kartą girdėjęs.

*Išcentrinė
jėga.*

„Ką reikia suprasti išcentrinės jėgos posakiu?“ jis paklausė. Ignas susiraukė. „Ką reikia suprasti?“ jis pakartojo. Į tai geriausiai taip atsakysiu: „Kai ką visai klaidinga! Nėra, būtent, jokios išcentrinės jėgos, vartojant jėgos sąvoką griežta fizikine prasme. Imkime pavyzdį iš fizikos! Automobilis greitai važiuoja kreive. Jei kelias sausas ir neslidus, automobilis gerai pravažiuoja; jei, tačiau, kelias labai lygus ir slidus, tai automobilis, žiūrėk, ir užlekia stačiai ant medžio. Žmonės ir sa-

ko tada, kad išcentrinė jėga išmetė automobilį iš kreivės. Teisingai kalbant, automobilis dėl to išlėkė iš kelio, kad nebuvo jėgos, tariant, pakankamos trinties, kuri būtų galėjusi automobilį sulaikyti kelyje. Kai trintis pakankamai didelė, tai vežimas paklauso vairuotojo. Gatvės (arba geležinkelio bėgių) trintis veikia. „Iš kreivės išmetimas“ yra ne kas kita, kaip trūkumas kreive sukamosios jėgos, taigi ne pasėka tariamosios išcentrinės jėgos. Ir automobilio keleivio kūnas stengiasi tiesiai lėkti, kol nėra kokios nors jėgos, ji iš tos linkmės išsukančios. Važiuojant vežimui kreive, keleivis drauge yra tempiamas, o jam atrodo, tarsi kokia jėga jį slėgtų prie vežimo šoninės sienos. Taip ir atsiranda kalba apie išcentrinę jėgą. Taigi tariamoji išcentrinė jėga yra tik kūno inercija, dėl kurios kūnas stengiasi judėti tiesiai.

O dabar kuriam laikui pertraukime kalbą apie jėgas, nes mes dar, toli gražu, nebaigėme!“

16 skyrius.

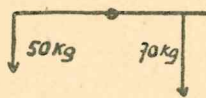
Jėgos veikia kūnus, kurie gali suktis apie ašį.

Ore jau temo, kai Ignas vėl prisirengė toliau pasakoti. „Prieš pradėdami kitą kurį fizikos skyrių, mes dar turime pagnagrinėti vieną ypatingą jėgų veikimo atvejį. Turime galvoje jėgų veikimą į kūnus, kurie begali judėti ne visai laisvai, o tik suktis apie ašį. Visus taip pritaisytus kūnus fizikas vadina *s v e r t a i s*. Mes tuoj prisiminsime žinomą ir vaizdingą pavyzdį. Kieme ant ožio pasidėsime lentą taip, kad ji būtų visiškai pusiausvyroje (pav. 13). Sakysim, tu atsisėdi ant vieno galo.

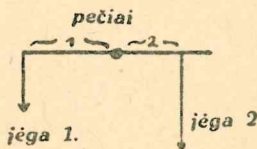
Supimas.



Pav. 13.



Pav. 14.



Pav. 15.

Lenta dėl to persisveria. Tavo lentos galas siekia žemę. Dabar prieinu ir aš, ir noriu ant antrojo lentos galo taip atsisėsti, kad lenta vėl paliktų gulsčia. Kur aš turiu atsisėsti?“

Tatai Algis puikiai žinojo! Suptis ant lentos? Čia jis buvo specialistas! „Tu neturėtum sėstis visai ant galo, nes tu sunkesnis!“

Teisingai! O jei vietoj manęs atsisėstų koks 120 kg storulis — kur jis turėtų užsiristi?“

„Dar arčiau vidurio!“

„Visa teisingai nujausdamas, tu gerai atsakei. Dabar vėl galvokime kaip fizikai! Atrodo, kad nebe viskas besusiderina su mūsų dėsniais! Žiūrėk čion! (Jis parodė į paskubomis nupieštą škicą — pav. 14). Kairėj veikia tavo svoris, taigi apie 50 kg, o dešinėj mano svoris, apie 70 kg. Dvi nelygios jėgos, o tačiau pusiausvyra!“

„Bet čia visai kas kita“, pertraukė Algis. „Kalbant apie lentą, reikia neužmiršti ir tolumo nuo jos vidurio!“

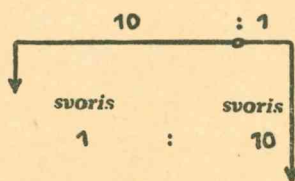
*Jėga ir
petys.*

„Gerai pasakyta! Dabar reikia dar tinkamo fizikinio posakio, ir mes būsimė turtingesni nauju žinojimu! Taigi: svertų, tariant kūnų, kurie sukasi apie ašį, sukamosios jėgos yra juo veiksmingesnės, juo jos toliau nuo sukimosi taško. Todėl nuotolis jėgos veikimo taško nuo sukimosi taško yra vadina-mas jėgos „pečiu“. Taigi imdami kūną veikti jėga taip, kad ji jį suka apie ašį, veikiame juo labiau, juo ilgesnis sverto petys, arba nuotolis nuo sukimosi ašies (pav. 15)“.



lygiapetės svarstyklės

Pav. 16.



dešimtainės svarstyklės

Pav. 17.

Algis turėjo kurį laiką pagalvoti. Paskui, kaip paprastai, jis iškėlė svarbiausiąjį skyriaus klausimą:

„Kur pasitaiko svertas praktiškai?“

Svarstyklės.

„Praktiškai?“ pakartojo Ignas. „Daugybėj atsitikimų! Paminėkime tikrai svarbiausius! Paprastų svarstyklių abu

sverto pečiai yra vienodo ilgio. Norint, kad svarstyklės liktų pusiausvyroje, reikia, kad abiejose pusėse veiktų, tariant gulėtų, visai lygūs svoriai (pav. 16).

Dešimtainių svarstyklių svarsčių petys yra dešimt kartų ilgesnis, kaip sveriamojo daikto petys (pav. 17). Kad laikytųsi pusiausvyra, svarsčių tereikia dėti dešimt kartų mažiau negu sveria daiktas.

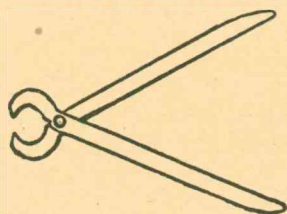
Kitas svertų dėsnio pavyzdys yra replės. Juo ilgesni jų rankomis suimamieji galai, kitaip sakant, juo ilgesni jų pečiai mūsų rankos raumenų jėgai, juo kiekiau mes replėmis sugnybame (pav. 18). Panašiai padidiname savo raumenų jėgos veikimą su dalbomis, štangomis ir kitais tokiais prietaisais. Mokyklos iškyloj tu taip pat gali turėti naudos iš mokslo apie svertus. Ir tavo kuprinė yra savo rūšies svertas; ji galėtų sukintis apie vietą, kurioje ji atsiremia į tavo nugarą. Tuo būdu, juo toliau krovinyš nuo tavo nugaros, juo didesnis jo petys. Taigi kuprinę reikia taip pakrauti, kad sunkiausios krovinio dalys būtų prie pat nugaros!“ (Pav. 19).

Replės.

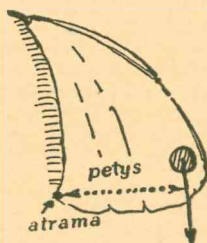
*Tinkamas
kuprinės
pakrovimas.*

„A, tai dėl to ir savo draugą juo sunkiau pakeliu, juo ji toliau nuo savęs laikau?“

„Puikiai! Pamažu tu imi galvoti kaip fizikas!“ pagyrė Algis Ignas. „Teisingai, žmogų nešti yra juo lengviau, juo ji ar-



Pav. 18.



Pav. 19.

čiau prie savęs prisiglaudį. Bet mes vėl baigsime. Pavyzdžių eilę galėtume tęsti kone be galo, bet jų visų pagrindas tas pats“.

Algis dar kurį laiką pergaltvojo visa, ką šiandien buvo išgirdęs. Netrukus jis nušvito, mat, pats atrado pavyzdį, kur pri-

taikyta sverto dėsnis! Muštuko lazda ir teniso raketė irgi yra ne kas kita, kaip rankos pailginimas, kad geriau būtų galima mušti sviedinys.

17 skyrius.

Automobilis važiuoja įkalnė — ir ko galima iš visa to pasimokyti.

Vos abu broliai vėl susiėjo, kai Ignas pradėjo. „Šiandien, mielas Algi, važiuojame automobiliu! Nors mintimis, bet pui-kiame Rytų Lietuvos krašte, ten, kur kelias nuolat vingiuoja, kur kas kilometras kalnas ar bent kalnelis“.

„Girdėjau, kad šoferiai mieliau važiuoja ne vieškeliais, bet ieško plentų, nes vieškeliai esą perstatūs, ne tik siauri“.

„Motoras netesi ilgos įkalnės. Todėl tiesdami plentus, kalnai kalneliai nukasami, o daubos pripilamos žemės, iškeliamos. Taigi vėl, kalbėdami fizikų kalba, turime sakyti: juo statesnis kelias, kuriuo turime vežti kūną, juo didesnė turi būti jėga. Dėl to kalnuose keliai dar labiau vingiuoti, kad būtų galima į kalnus įkopti. O gal pasakytum, kodėl ir kalnuose nestatomi keliai, kurie vos vos tekėtų aukštyn, kodėl tam tikras nemažas statusas vis dar paliekamas?“

Status keliai.

„Tada prisieitų pridaryti begales vingių, ir kelias neapsakomai pailgėtų“.

„Taip, vadinasi, jėgos sutaupymas mažesniu pakili-mu atsikeršija ilgesniu keliu! Taigi vėl turime svarbų fizikos dėsnį. Sakysim, kurią nors aukštą Rytų Lietuvos vietovę gali-me privažiuoti trimis keliais: labai stačiu, bet užtat trumpu, aplinkiniu vingiuotu, bet užtat pamažu tekylančiu ir vidutiniš-ku. Mes, tur būt, pasirinktume antrąjį arba trečiąjį kelią. Ką mes sugaištume ilgesniame kelyje, tą laimėtume sutaupydami jėgą. Ir priešingai: panaudodami didesnę jėgą, sutaupome ke-lią, taigi ir laiką. Tas dėsnis yra taip nepaprastai svarbus, kad jam yra suteiktas „auksinės mechanikos taisyklės“ vardas! Jei trintis neatimtų iš mūsų jėgos, tai visai tiksliai galėtume pasakyti: jėgos ir kelio sandauga visada būtų ta pati, ar sta-čiai, ar nuolaidžiai važiuotume. Tikrame gyvenime šis dėsnis

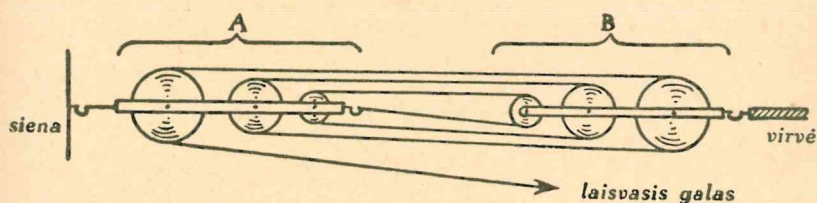
*Auksinė
mechanikos
taisyklė.*

nevisai galioja. Bet vis dėlto teisinga, kad juo ilgesnis kilimo kelias, juo mažesnė jėga! Tu gal norėtum iš manęs išgirsti daugiau pavyzdžių? (Algis linktelėjo galva). Tada vėl galime atsiminti mūsų svertą! Jei mes, pvz., suspaudžiame reples, tai rankomis ar pirštais daug daugiau turime judėti, negu pajuda replių gnybtai. Bet užtat užtenka, palyginti, nedidelės jėgos smarkiai gnybtams suspausti! Kitas pavyzdys yra skrysčiai. Ar esi juos matęs?“

Skrysčiai.

Atsakymas buvo neigiamas. Kas galėtų būti tie skrysčiai? jis pagalvojo.

„Jei tau kada pasitaikys iš arti susidurti su didesniu buriniu laivu, tai būk akylus! Būtinai pamatysi skrysčius. Jie sudaryti iš eilės skridinių, kuriais tempiama virvė. Žiūrėk, maždaug šitaip (čia Ignas nubrėžė skrysčių schemą, pav. 20). Viena pusė, kurią šiam kartui pavadinsime *A*, kabo pritvirtinta prie laivo. Prie antrosios pusės *B* prikabinta virvė, kuri turi būti atitinkamai ištempta. Tam reikalui paprastos jūrininko jėgos neužtenka. Jis tada ima už laisvojo virvės galo ir tempia. Dėl to virvė tarp *A* ir *B* sutrumpėja, ir *B* artėja prie *A*. Iš brėžinio



Pav. 20.

matyti, kad patempus virvę vienu cm, virvės galas paslenka visus 6 cm, nes ištisos 6 virvės jungia skrysčių *A* ir *B* puses! Taigi jūrininko jėga veikė 6 cm kelyje, o virvės tempiamoji tik 1 cm kelyje. Dėl tos priežasties vienas vyras virvę taip įtempia, tarsi ją 6 vyrai temptų“.

Algiui dar neviskas buvo aišku apie tuos skrysčius, ir jis dar klausinėjo. (Tačiau jų tolimesnį pasikalbėjimą galime ramia širdimi praleisti, patardami toj vietoj skaitytojams dar

kartą perskaityti šį skyrių ir gerai išsižiūrėti į 20 pav.). Pagaliau skrysčiai buvo „suvirškinti“, ir Algis ėmė toliau klausinėti.

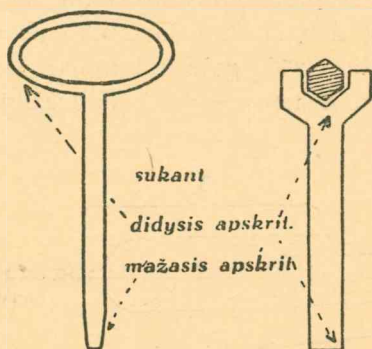
„Kur mes dar pritaikome auksinę mechanikos taisyklę?“.

*Įrankis ir
krumplinis
ratas.*

„Be galo daug kur!“ — atsakė Ignas. „Visur ten, kur vietoj rankų pavartojame ilgus įrankius. Taigi sraigtiniai suktuvai, raktai, jungikliai, krumplinis ratas, diržinės sąsajos ir t. t. — tai vis prietaisai, pagrįsti ta taisykle“.

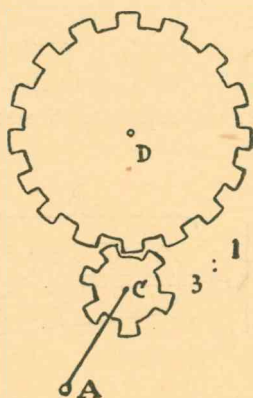
„Palauk! Tai jau iš karto truputį per daug. Geriau po vieną“, paprašė Algis.

„Gera. Imkime pirmiausia sraigtinį suktuvą (pav. 21)! Sukdami už rankenos savo rankos jėga veikiame daug didesniame kelyje, negu suktuvo smaigalys sraigte. Tas pat pasakytina ir apie sraigtinį raktą (pav. 22) ir šiaip bet kurį raktą.



Pav. 21

Pav. 22



Pav. 23

Štangos ir dalbos, jungikliai taip pat leidžia mūsų rankoms veikti ilgesniame kelyje, kad nugalėtume didesnę jėgą trumpesniame kelyje. Visokių sąsajų, tiek krumpliaračių, tiek retežių bei diržų pagalba, tikslas yra vis tas pats: vieną ratą sukti greičiau nekaip antrą. Tuo būdu susidaro skirtingi keliai, ir vėl paryškėja mūsų mechanikos aukso taisyklė. Jei, pvz., aš (pav. 23) suku už rankenos A, tai ratas C apsisuka tiek pat kartų, kaip ir mano ranka, tuo tarpu ratas D tik trečdalį kartų. Taigi mano ranka turi trigubą kelią atlikti kiekvienam dan-

čiui rato *D*, jei rankenos ilgis toks pat, kaip rato *D* spindulys. Antra vertus, ir rankos pavartotoji jėga tėra trečdalis tos jėgos, kurios reikia ratui *D* pasukti“.

18 skyrius.

Kas yra AJ?

Algis ėmė nekantrauti. Vis dar mechanika, o jis labiausiai domėjosi televizija! Todėl suprantamas buvo jo nekantrumo liudytojas, pirmas naujos paskaitos paklausimas:

„Ar greit jau, pagaliau, baigsime tą mechaniką?“

Ignas jautėsi kone įžeistas.

„Tur būt, tau jau nuobodu? Bet raminkis, šiandien baigiamė kietų kūnų mechaniką. Toliau aš trumpai drūtai tau papasakosiu apie skysčius ir dujas, o tada. . ., tada pamatysime. Tai gi pamažu ir iš eilės! Šiandien susipažinsime su dalyku, su kuriuo technikoje susiduriama kiekviename žingsnyje: jis vadinamas arklio jėga, sutrumpintai AJ. Tu dar prisimeni mūsų kalbą apie auto kelionę? Ją dar panagrinėsime kitu atžvilgiu! Sakysim, ši kartą važiuojame kiekvienas savo áutu. Tebūnie jie visiškai vienodi, taigi ir jų motorai tos pačios galios. Tad kiekvienas jų gali naudoti tą pačią jėgą. Tu įvažiuoji į patį kalno viršų, o aš, sakysime, sustoju pusiaukelėje. Kaip mes skiriamės, fiziko kalba kalbant?“

*Du kartus
toji
pati įkalnė.*

„Mano autas suvartojo daugiau jėgos, nes jis aukščiau nuvažiavo!“

„Ne, ne ir dar kartą ne!“ sušuko Ignas. Mes tik pabrėžėme, kad abu motorai gali išvystyti tą pačią jėgą! Jei tavo motoras būtų galingesnis, tai jis galėtų važiuoti statesniais keliais į kalnus; bet tatai nieko bendra neturi su kalno aukštumu!“

„Bet mano autas suvartojo daugiau benzino!“ įterpė Algis.

„Žinoma, tik ne dėl to, kad motoras buvo stipresnis, o tik dėl to, kad jis ilgiau turėjo dirbti! Daugiau benzino sunaudota ne dėl jėgos, o tik dėl kelio skirtumo. Tam reikalui turime sutarę

Darbas. „darbo“ sąvoką, būtent, darbas yra jėgos ir kelio sandauga. Jeigu mes 5 kg jėga stumiame kokį kūną 8 m, tai padarome $5 \text{ kg} \times 8 \text{ m} = 40 \text{ kgm}$ (kilogrametrų) darbą“.

Kilogrametras. „Vadinasi, jei 1000 kg svorio autas nuvažiuoja 100 m kelio, tai jo motoras turi padaryti 100000 kgm darbą?“ skaičiuvo Algis.

„Bet Algi! Tu šiandien galvoji visai nelogiškai! Jei autas sveria 1000 kg, tai dar nereiškia, kad jo motoras turi turėti 1000 kg jėgą! Motoras auto nekelia, tariant, neveikia prieš žemės trauką, jis teturi nugalėti trintį! O jei jis, be to, dar važiuoja įkalne, tai jis turi dar veikti prieš tą jėgą, dėl kurios autas rieda žemyn. Bet tos abi jėgos, drauge paimtos, niekuomet neprilygsta visam auto svoriui! Kitaip būtų vis viena: ar autą stumtume gatve, ar jį neštume! Tik jei aš kokį daiktą keliu stačiai aukštyn, tai aš privalau turėti jėgos, lygios jo svoriui. Ir tik tuo atveju būtų teisinga pasakyti, kad darbas yra sandauga daikto svorio iš keliamojo aukščio. Stumdami ar važiuodami mes vartojame žymiai mažesnę jėgą“.

„Kurią gi jėgą mes maždaug vartojame, važiuodami autu?“ teiravosi Algis.

„Tai pareina nuo daugelio aplinkybių: nuo kelio gerumo, nuo auto ašių įrengimo, nuo padangų, tepimo ir kitų. Daug neapsiriksime, jei visą trintį laikysime esant lygią maždaug $\frac{1}{10}$ svorio. Taigi 1000 kg svorio autui 100 m kelyje reikės maždaug 100 kg jėgos ir 10000 kgm darbo“.

„O kas tai yra 1 AJ?“

Vėl važiuoja du autai. „Tau tatau tuoj paaiškės! Važiukime vėl savo autais į kokio nors kalno patį viršų. Sakysime, tu važiuoji truputį lėčiau ir užtrunki keturias minutes, o aš užvažiuoju per tris minutes. Būdami viršuj, galime sakyti, jog abu padarėme tą patį darbą, nes vienodais autais užvažiavome į tą patį kalną. Ir vis dėlto pirmenybė priklausytų mano autui! O kodėl?“

„Nes tu greičiau užvažiavai!“

Gal'a. „Dabar matai: savo jėgos ir darbo sąvokas dar turime papildyti nauja sąvoka. Yra sakoma: mašina turi juo didesnę galią (arba: mašina yra juo galingesnė), juo ji daugiau dar-

bo padaro per sekundę. Čia esame pasiekę savo tikslą: mašina, kuri kas sekundę padaro 75 kgm darbo, turi vienos arklio jėgos galią“.

1 A J.

„Vadinasi, 10 AJ reiškia kiekvieną sekundę po 750 kgm darbo?“ norėjo pasitikrinti Algis.

„Teisingai!“ patvirtino Ignas. „Mes neseniai apskaičiavome, kad autas 100 m kelyje galėjo atlikti 10000 kgm darbo. Tuos 100 m autu galėjom važiuoti kokias 10 sekundžių (greitis 36 km per valandą). Taigi šiuo atveju autas kas sekundę atliktų po 1000 kgm darbo. Kadangi 75 kgm per sekundę sudaro 1 AJ, tai $1000:75=13,33$ AJ“.

Čia Algiui kilo įdomus klausimas:

„Kiek AJ gali turėti žmogus?“

„Tai pareina nuo jo darbo!“ atsakė Ignas. Imkime lengvą pavyzdį. Sakysim, žmogus lipa į kalną! Jis sveria 75 kg ir per 3 val. įlipa į 1000 m aukštumo kalną. Pagal auksinę mechanikos taisyklę, žmogus palengvina sau lipimą ilgesniu keliu, tačiau skaičiuodami galime tarti žmogų lipus stačiai aukštyn. Jo atliktasis darbas šiuo atveju lygus jo svoriui, padaugintam iš aukščio, vadinasi, 75000 kgm per 3 val. Tai sudaro per 1 sekundę 10800-ąją dalį, taigi 750/108 kgm. 75 kgm per sekundę sudaro 1 AJ. Taigi 750/108 kgm padaliję iš 75, gauname AJ skaičių. Apvaliais skaičiais tatai sudaro $\frac{1}{10}$ AJ.

Žmogus
ir AJ.

Ir taip, mielas Algi, esame baigę kietų kūnų mechaniką, o kitą kartą pereisime prie skysčių“.

„Kodėl sakai pereisime, o ne pradėsime?“ paklausė Algis.

„Mes pirmiausia susipažinsime su vienu dalyku, kuris yra labai reikšmingas ne tik skysčiams, bet ir tiems patiems kietiems kūnams“.

Apie pėsčius ir slidininkus, o taip pat apie raketes.

*Pėstieji ir
slidininkai*

Žinoma, vėl turėjo praslinkti nemaža laiko, ligi Algis visa įsisąmonino, ką buvo girdėjęs paskutinėse paskaitose. Ignas buvo griežtas brolis ir mokytojas. Tik įsitikinęs, kad Algis iš tikrųjų gerokai mokėjo iš viso to, ką buvo aiškinęs, jis sutiko toliau aiškinti.

„Tegu vėl bus žiema“, jis pradėjo, „įsivaizduok gerai prisnigtą kelią! Du vienodo svorio vyrai keliauja šalimais. Vienas pėsčias, o antras ant slidžių. Kuriam sunkesnis kelias?“ „Žinoma, pėsčiam!“ „O kodėl?“ „Nes jis giliau sminga sniegan!“

„Teisingai! Bet kodėl jis giliau sminga? Aš gi sakiau, kad abu vyrai yra vienodo svorio!“

„Jei slidininkas smigtų taip pat, kaip pėsčias, tai jis turėtų suspausti daug daugiau sniego, nes jo slidės dengia daug didesnę sniego plotą nekaip pėsčiojo pėdos“.

*Jėga ir
slėgimas.*

„Visai teisingai, Algi! Dabar mums reikia tik, kaip ir anksčiau, tą patį pasakyti žymiai griežčiau ir aiškiau, kaip tai įprasta fizikoje. Taigi matome: jei jėga spaudžia kokią atramą, tai svarbu yra ne tik jėgos dydis, bet taip pat ir spaudžiamasis plotas. Tam reikalui vartojame naują dydį, būtent, „slėgimą“. Slėgimu vadiname tą spaudžiamąją jėgą, kuri tenka vienam kvadratiniam centimetrui ploto. Jei 20 kg lygiai spaudžia 5 cm² plotą, tai kiekvienam kvadratiniam centimetrui tenka tik 4 kg. Kadangi 1 kg slėgimas 1 cm² yra lygus atmosferos slėgimui, tai 20 kg : 5 cm² = 4 kg/cm² slėgimas prilygsta 4 atmosferų slėgimui, trumpai dar taip rašomam: 4^{at}.

1 atmosfera.

Abu vyrai, kaip sakyta, yra vienodo svorio, pvz., po 80 kg. Jei pėsčiojo svoris pasiskirsto vienoje pėdoje, kurios plotas apie 200 cm², tai slėgimas bus 0,4 kg, arba 0,4 atmosferų. Tuo tarpu slidininko spaudžiamasis plotas yra bent dešimteriopas, taigi jo slėgimas sniego bus dešimt kartų mažesnis, t. y., 0,04 atm.

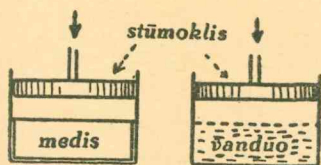
Vadinasi, norėdami kurios nors jėgos slėgimą sumažinti, turime jį išplėsti į didesnę plotą. Dėl tos priežasties, eidami gelbėti ledan įlūžusio žmogaus, turime arti eketės išsitiesti, kad patys neiūžtume, kad savo slėgimą sumažintume. Dėl tos pačios priežasties aukštiesiems pastatams mūrijami platesni pamatai. Antra vertus, slėgimą galima labai padidinti, labai sumažinus slegiamąjį plotą. Dėl to ir nusmailintas baslys, palyginti, lengvai lenda į žemę, kai nesmailinto ta pačia jėga jon neivažiuo.

*Kuriam galui
smau'nimai
basliai.*

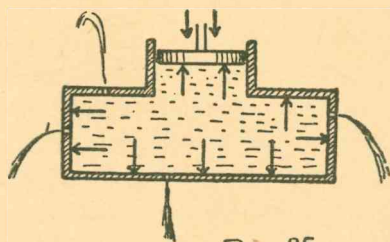
„Ką bendra tatau turi su skysčiais?“ paklausė Algis.

„Palauk akimirką! Aš jau žadėjau tave supažindinti su sąvoka, kuri mus perves iš kietų į skystus kūnus. Toji sąvoka ir yra slėgimas. Mat, skysčiai taip pat slegia. Tik tarp kietų kūnų ir skysčių slėgimo yra tam tikras skirtumas. Imkime pavyzdį! Tegu turime du plono stiklo stiklinius indus, konservų dėžutės pavidalo, bet be viršelio. Į vieną įdedame medinę ripką, kuri kaip tik telpa indan. Antran indan įpilame van-

*Kietų ir
skystų
kūnų
slėgimas.*



Pav. 24.



Pav. 25.

dens (pav. 24). Dabar įkiškime į indus tinkamus guminius kamščius ir juos smarkiai paspauskime. Kas atsitiks?“

„Indai suskils. Jie gi buvo plono stiklo!“

„Be abejo, tačiau skilimas nebus vienodas! Stiklo su medžiu ištruks tik dugnas, ir medis iškris. Tuo tarpu stiklas su vandeniu visas subyrės: ir dugnas, ir šonai: vienos šukės beliks. Priežastis yra ši: kai kietas kūnas slegiamas, tai slėgimą jaučia tik toji medžiaga, kuri guli po kietu daiktu, o jei slegiamas sandariai uždarytas skystis, tai slėgimas jaučiamas į visas puses: ne tik į apačią, bet ir į šonus. Jei konservų dėžutėje išdurtum mažų skylučių ir jon įpiltą vandenį smarkiai paspaustum, tai pamatytum vandenį švirksčiant į visas puses,

*Slėgimas į
visas puses.*

dargi ir į viršų, jei dangtis nevisas būtų išimtas ir jei dangtyje būtų skylučių. Taigi skystis slegiamas ne tik į apačią, bet ir į šonus ir net į viršų! Griežtai kalbant, slėgimas skystyje jaučiamas visur ten, kur skystis siekia indo sienelės ir jas spaudžia statmenine linkme. Jei stačiakampiniam inde spausime vandenį, tai dugnas bus slegiamas iš viršaus į apačią, šonai — į šalis, o viršus — iš apačios į viršų (pav. 25). O indo sienelės turi lygia jėga spausti priešinga linkme. Tai priešslėgis! Dabar gali suprasti, kuriam reikalui mes taip pabrėžėme priešjėgės sąvoką. Ji mums tinka ir dabar: priešslėgis yra priešjėgė vienam kvadratiniam centimetrui ploto.

„Ar pasitaiko kur ir praktikoje skysčių slėgimai?“

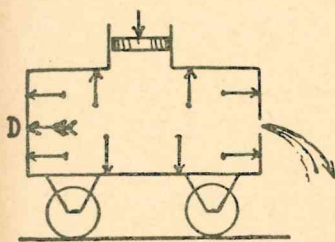
„Ir kaip dar! Jais remiasi ištisos technikos sritys! Mes tuoj apie tai dar pakalbėsime. O tuo tarpu štai vienas visiškai modernus slėgimo pritaikymas, tiek modernus, kad dar tebėra pirmųjų bandymų stadijoje. Tai, būtent, moderniausias lėktuvas, kuris mus, gal būt, netrukus per dvejetą valandų nuneš į Ameriką ir kuriuo gal ryšimės skristi mėnulin! Tas prietaisas vadinamas...?“

„Raketė!“ Apie ją Algis buvo girdėjęs ir skaitęs. Tačiau koks tas prietaisas, kaip jis veikia, jis dar nežinojo. Tik viena jam buvo aišku: raketė negalėjo būti kas nors panašaus į cepeliną ar paprastą lėktuvą. Nes ir vienas ir antras gali skristi tiktai ore, o tarp žemės ir mėnulio oro nėra. Pagautas smalsumo, jis net truputį arčiau pasislinko prie Igno.

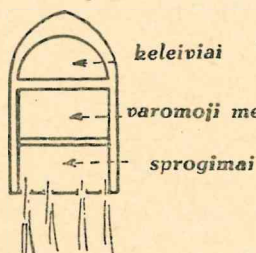
Ignas pradėjo aiškinti: „Įsivaizduokime vežimą, kuriame yra vandens rezervuaras. Vanduo tebūnie suspaustas, pvz., kad ir slegiant kamštį iš viršaus. Žiūrėk, brėžiu, kad būtų suprantamiau (pav. 26). Rezervuare, žinoma, neturi būti oro. Jei rezervuaras iš visų pusių yra sandariai uždarytas, tai slėgimas lygiai jaučiamas visose jo sienose. Jėgos, veikiančios į priešingas puses, laikosi pusiausvyros, nes jos lygios ir tik priešingos linkmės.

Dabar dešinėje sienoje pradurkime skyles. Atitinkamas prieš skylę slėgimas *D* kairėje nebeturi savo priešslėgio dešinėje, kur pro skylę teka vanduo. Į rezervuarą veikia, be daugelio išsilyginančių slėgimų, dar ir kairinis šoninis slėgimas, kuris neturi sau atitinkamo slėgimo dešinėje. Jei tas slėgimas

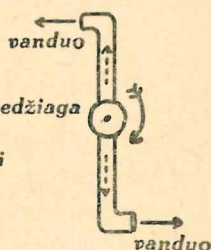
bus pakankamas, vežimas ims slinkti kairėn. Taigi matome: jei vanduo teka dešinėn, tai vežimas važiuoja kairėn. Labiausiai reikia pabrėžti tai, kad čia judėjimas atsiranda dėl neišlyginto vidaus slėgimo vežime, o ne dėl „stūmimosi“ vandens srovės į orą.



Pav. 26.



Pav. 27.



Pav. 28.

Lygiai taip pat veikia ir raketė! Vietoj vandens joje vartojamos dujos, kurios, tiesa, lengvesnės, bet užtat veržiasi pro skylę milžinišku greičiu. Tam tikslui vartojamos medžiagos, kurios, panašiai kaip benzinai, sprogs, tariant, žaibiškai sudega. Drauge dujos, kaip jau žinome, nepaprastai išsiplečia ir sukelia milžinišką slėgimą. Užpakaly išsiverždamos iš raketės, jos nesprogina. Bet neišlygintas slėgimas į priešingąją pusę yra toks didelis, kad visa raketė taip pat lekia milžinišku greičiu. Praktiškai jau yra pasisekę pagaminti raketinių autų ir bėgiais riedančių vežimų. Dėl užpakaly išsiveržiančių degančių dujų toks vežimas netinka gatvei. Kai žmonės ras būdų tokias raketas tinkamai paleisti ir su jomis nusileisti, tai nebereikės ilgai laukti raketinio susisiekiimo tarp Europos ir Amerikos. Iš fizikos požiūrio tatau yra galimas daiktas. Techniškai tas reikalas, trūkstant tinkamos degamosios medžiagos ir lėšų gausiems bandymams, tebėra dar neįvykdytas, jei neminėsimė kelių pusėtinai pavykusių bandymų“.

„Ir su tokia raketė galėtume skristi į mėnulį?“

„Į tai reikia atsakyti, kad fiziko požiūriu tokia kelionė yra galima. Dažnai girdimas priekaištas, kad raketė negalėsianti lėkti beorė erdvėj, kur nėra oro raketės dujoms atsispirti, yra nepagrįstas; tai aš tau jau aiškinau. Klausimai, kurie mums ypač rūpi, yra šie: ar galime pastatyti raketę, kuriai už-

Ar galima
kelionė į
mėnulį.

tektų varomosios jėgos ištrūkti iš žemės traukos srities! Jei taip, ar žmogus tokią kelionę pakeltų? Jei žmogus pajėgtų perskristi erdvę tarp žemės ir mėnulio, tai kaip jis ant mėnulio nusileistų? Kaip jis pajėgtų pakilti kelionei atgal? Ar galėtų raketė pasiimti tiek varomosios medžiagos, kad jos užtektų ir grįžti? Kuriuo būdu galėtume sulaikyti raketę, besiantinant jai prie mėnulio ir paskiau prie žemės, kad ji nežmonišku greičiu nenukristų? Tie ir kiti techniškai neišspręsti klausimai mums neleidžia net apytikriai numatyti, kada galėtų kas bandyti leisti kelionėn į mėnulį. Gal niekuomet niekas ir nebandys? Kad ant mėnulio nėra oro, tatai mes tikrai žinome. Taip pat nėra nei vandens, nei augalų, nei gyvulių. Tenai gyvybė negalima. Geriausiu atveju galėtų ten trumpai pagyventi koks tyrinėtojas, apsirūpinęs deguonies ir kitais aparatais. Bet greitai jis turėtų vėl išvykti iš nesvetingo mėnulio. Tačiau, aš dar kartą pabrėžiu, iš fizikos pusės nėra kliūčių raketiniams judomiems prietaisams, taigi ir kelionei nors ir į patį mėnulį!“

Algis užsisvajojo. Ot, kad jis galėtų sulaukti dar tų laikų! Bet Ignas netrukus grąžino Algį į realybę.

*Darželio
laistytuvai.*

„Beje, mielas Algi, truputį „raketinio principo“ gali tu pamatyti mieste kokiame darželyje. O gal jau ir esi matęs vandens laistytuvą, kuris pats sukasi ir apie save laisto žemę?“

„Mačiau sodininkystėj“.

„Na, matai. Šitie vandens suktuvai sukasi varomi tos pačios jėgos, kuri turėtų varyti ir mūsų raketę. Tik laistytuve teka vanduo ir tuo būdu slegia vamzdį į priešingą pusę. Kadangi laistytuvo ištekamasis vamzdis pritaisytas sukamai ant vandens tiekiamojo stiebo, tai jis ir sukasi priešinga vandens tekėjimui linkme (pav. 28). Mano piešinys vaizduoja tokį laistytuvą iš viršaus be vandens tiekiamojo vamzdžio ir įtaisymo, kad vanduo bėgtų į laistomuosius vamzdžius. Na, dabar jau esame pasiekę pačius skysčius ir daugiau apie juos pakalbėsime kitą kartą“.

Kodėl negalime panerti povandeniniais laivais ligi giliausių jūrų dugno?

„Šiandien kalbėsime apie tolesnius skysčių spaudimo reiškinius“, — pradėjo Ignas savo eilinį brolio mokymą. „Tu, ti-kiuosi, tebežinai, ką suprantame slėgimo žodžiu?“

„Taip“, atsakė Algis, „slėgimas yra 1 cm² tenkanti spaudimo jėga“.

„Kokiais dydžiais matuojamas slėgimas?“

„Atmosferomis! Pvz., turime trijų atmosferų slėgimą, jei kiekvienam cm² tenka 3 kg jėga.“

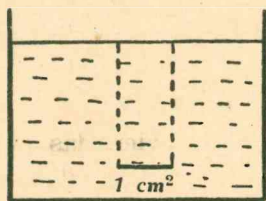
„Teisingai! Šia proga tau dar pridursiu, kad visą žemę supantį oro sluoksnį esame įpratę dalyti į dvi dalis: 15000 m aukščio apatinę, troposferą vadinamą, ir viršutinę, arba stratosferą. Taigi slėgimą matuojame atmosferomis. Kalbėdami apie skysčių slėgimą, ligi šiol mes turėjome galvoje išorinį slėgimą kamščio ar kurio prietaiso pagalba. Bet iš šalies retai tenka skystis spausti. Dažniau vandeny ir kituose skysčiuose turime reikalo su savu paties skysčio slėgimu, būtent, viršutiniai skysčių sluoksniai slegia apatinius. Skystis yra sunkus, todėl viršutiniai sluoksniai negali neslėgti apatinių. Įsivaizduok vandeny gulsčią 1 cm² ploto paviršių — ant jo guli visas viršum jo esąs vandens sluoksnis! Tu gali lengvai apskaičiuoti: jei virš to paviršiaus būtų 1 cm storumo vandens sluoksnis, tai ties tuo kvadratinio cm gulėtų 1 kubinis cm vandens ir jis svertų...?“

*Slėgimas
vandenyje.*

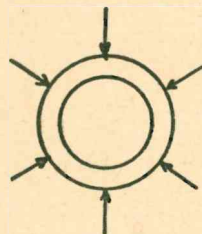
„Vieną gramą“, pridūrė Algis.

„O kiek cm³ turėtume sudėti vieną ant kito, kad gautume 1 kg ant vieno kvadratinio centimetro?“ „Žinoma, tūkstantį!“ „Ir kokio aukštumo būtų toks vandens stulpas?“ „Tūkstantį cm, arba 10 m!“ (Pav. 29). „Gerai! Vadinasi, 10 m gilumoj ant kiekvieno cm² guli kaip tik 1 kg vandens. Taigi 10 m gilumoj yra 1 atmosferos slėgimas! Dvigubai giliau bus ir slėgimas dvigubai didesnis ir t.t. Taigi mes randame: vandeny kas dešimt metrų slėgimas susidaro po 1 atmosferą! Ir visur, kaip jau ži-

nome, slėgimas veikia ne tik stačiai žemyn, tačiau į visas puses bet kurios skysčio vietos! Jei mes, pvz., panardinsime kamuolį 30 m gilumoj, tai kiekvieną jo paviršiaus cm^2 slėgs 3 kg jėga statmeniškai į paviršių. Kamuolys bus spaudžiamas ne tik iš viršaus, bet ir iš šonų ir net iš apačios į viršų! (Pav. 30). Jei kamuolys nebus pakankamai tvirtas, tai vanduo jį suspaus, ir



Pav. 29.



Pav. 30

1000 m gilumoj. jis sugniuš. 2 m skersmens kamuolys turi apie $12 \text{ m}^2 = 120000 \text{ cm}^2$ paviršiaus. 1000 m gilumoj slėgimas lygus 100 atm, arba 100 kg kiekvienam cm^2 . Taigi iš viso šioje gelmėje mūsų 2 m skersmens kamuolys būtų slegiamas $120000 \text{ kg} \times 100 = 12000 \text{ tonų} =$ prekių traukinio 5000 m ilgio svoriui.

Dabar gali matyti, kodėl povandeninis laivas negali panerti į bet kurį gilumą: juo giliau jis paneria, juo didesnis būna slėgimas, o perdidelio slėgimo laivas gali ir neatlaikyti, — jis gali sugniužti“.

Čia Algis suabejojo:

„Tai kaip gali tokiame neapsakomame slėgime gyventi jūrų gelmių žuvys?“

„Labai paprastai! Jų kūnai yra pritaikyti prie tokio slėgimo! Jų vidus turi tokį pat priešslėgį, taip, kad žuvų oda visiškai nė nejaučia to slėgimo. Jei tokią žuvį ištraukiame į vandens paviršių, tai ji netenka išorinio slėgimo, o vidinis pasilieka, ir dėl to žuvis tiesiog sprogs.“

Kokio neapsakomo didumo yra tas slėgimas didžiausiose vandenyno gelse, mes negalime nė įsivaizduoti. 10000 m gelse — o tokių iš tikrųjų yra! — slegia 1000 atmosferų. Jei ten pamėgintum iššauti iš revolverio — negalėtum: kulka neišlėktų iš vamzdžio! Vandens spaudimas jos neišleistų. Tačiau

revolverio vamzdis nesutrūktų, nes vanduo slėgtų jį iš oro ir iš vidaus.

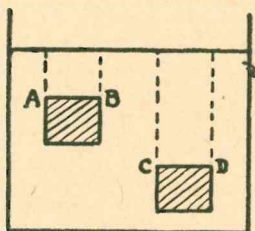
O dabar svarbiausias dalykas: šis su gilumu vis didėjas, į visas puses veikiąs, slėgimas sudaro pamatą visai technikos sričiai, būtent, laivybai. Apie ją dar šieandie, po trumpos pertraukos, aš tau daugiau papasakosiu!“

21 s k y r i u s.

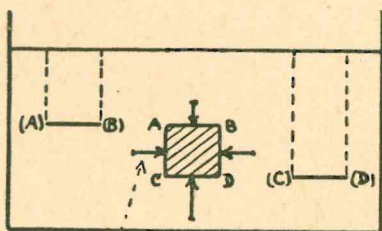
Archimedo desnis.

„Īsivaizduok“, pradējo Ignas, „dvi vienodas plokštumas, pvz., dvieju kubu viršelius, panertus nevienon gilumon. Kadangi įvairiose gilumose yra ir slēgimas įvairus, tai viršeliai, nežiūrint savo vienodo didumo, bus nelygių jēgų slegiami. Jēga, kuri veikia plokštumą AB , yra lygi svoriui vandens, esančio viršum AB . Lygiai taip pat plokštumą CD veikia jēga, kuri lygi svoriui vandens, esančio ant CD (pav. 31).

Slēgimas ī
panertus
kūnus.



Pav. 31.



Pav. 32.

šoniniai slėgimai lygūs

Dabar CD tebūnie ne viršelis antrojo kubo, bet pirmojo, to paties, kurio viršelis yra AB , dugnas. Mes jau žinome, kad vanduo slegia statmeniškai kiekvieną plokštumą, ar ji bus viršelis, ar dugnas — vis tiek. Taigi CD slegia vanduo aukštyr!

Čia prašau dėmesio: į viršelį veikia jėga vandens, esančio virš AB , tuo tarpu CD spaudžia tas vandens sluoksniis, kuris pav. 31 buvo ant CD ! Tat matyti, kad abi jėgos nelygios: apatinė yra didesnė už viršutinę, ir skirtumas lygus svoriui vandens, buvusio tarp dugno CD ir viršelio AB (pav. 32), kur da-

*Skysčio
keliamoji
jėga.*

bar yra kubas. Tuo būdu nustatome vieną svarbiausių fizikos dėsnių, kurį aptiko dar gilioje senovėje graikas Archimedas ir kuris dėl to tebevadinamas Archimedo dėsniu, būtent: panertas skystyje kūnas iš apačios yra spaudžiamas jėgos, lygios svoriui skysčio, kurį kūnas savimi išspaudžia.

Vadinasi, jei 30 cm^3 kūnas yra panertas į vandenį, tai jis keliamas aukštyje jėgos, lygios 30 cm^3 vandens svoriui, arba 30 gramų“.

„Tat kūnas keliamas 30 gramų jėgos?“ norėjo pasitikrinti Algis.

*Plaukiantieji
kūnai.*

„Tiksliau kalbant“, atsakė Ignas, „reikia neužmiršti, kad kūnas visą laiką bus veikiamas dar ir kitos jėgos, būtent, žemės traukos; taigi kūno svoris trauks jį žemyn, o 30 gramų vandens keliamoji jėga — aukštyje. Kuri iš tų jėgų bus stipresnė, toji ir nusvers. Jei kūno svoris bus didesnis, nekaip toji vandens keliamoji jėga, tai kūnas skęs. Jei abi jėgos bus lygios, tai kūnas plūduriuos. Žuvys, pvz., plūduriuoja: jos bet kurioje gelmėje nei skęsta, nei kyla viršun. Tik pelekų pagalba jos gali plaukti pirmyn, nerti gilyn ar kilti vandens paviršium. Jei, pagaliau, kūno svoris bus mažesnis už vandens keliamąją jėgą, tai kūnas neišsilaikys panertas, bet bus iškeltas vandens paviršium ir čia plauks. Kūnas bus tiek iškilęs virš vandens, kad abi jį veikiančios jėgos susilygintų, taigi, kad kūno svoris būtų lygus išspausto vandens svoriui. O šiuo atveju nebe visas kūnas savimi išspaus vandenį, bet tik toji jo dalis, kuri pasiliks įgrimzdusi vandenį“.

Algis kurį laiką visa pergalvojo. „Vadinasi, plaukimas, plūduriavimas ir skendimas“, kartojo jis mintyse. Paskui jis panoro dar kai ko paklausti:

*Skęstantieji
kūnai.*

„Pirmiausia klausiu apie skendimą. Jei kūnas sunkesnis už vandens keliamąją jėgą, tai jis skęsta. Tačiau ar skęsta jis ligi dugno, pvz., net vandenynė, kur pasitaiko gelmių ligi 10000 m? Aš kažkur esu girdėjęs, kad paskendę laivai tam tikroje gelmėje plūduriuoja“.

*Laivai
vaiduokliai.*

„Žinau, galima apie tai rasti ir kai kuriose knygose rašant. Bet tai neteisybė! Kūno svoris vandenį pasilieka kaip buvęs; išspausto vandens kiekis taip pat yra tas pats, ir viršutiniuose, ir giliuose sluoksniuose. Išspausto vandens svoris

taip pat, gali sakyti, nesikeičia, nes vanduo nepasiduoda suspaudžiamas. Kitas dalykas, jei nuskendęs kūnas, kaip, pvz., lavonas, ima gesti, ir atsiranda kūną išpučiančiųjų dujų; tokiu atveju vandens keliamoji jėga gali padidėti ir toks kūnas gali iš dugno iškilti. Tačiau negyvos medžiagos kūnai, kurių lyginamasis svoris didesnis už vandens svorį, skęsta ligi dugno ir ten pasilieka gulėti“.

„Tada“, tęsė Algis savo abejones, „norėčiau žinoti, kuriuo būdu žuvis išlygina savo svorį su vandeniu. Juk ji, prarijusi maisto, pasidaro sunkesnė!“

Plūduriuojantieji kūnai.

„Tiesa, bet žuvis viduj turi oru pripildytą „plaukiamąją pūslę“, kurią ji gali daugiau ar mažiau suspausti. Žuvis pūslės didumą reguliuoja visai automatiškai ir tuo būdu be vargo plūduriuoja“.

„O kaip reguliuojami povandeniniai laivai?“ — toliau tyrė Algis.

Povandeninis laivas turi milžiniškus rezervuarus, vadinamuosius neriamuosius tankus, kurie pripildomi vandens ar oro. Prileidus tankus vandens, laivas grimsta net ligi dugno, jei nepergilu. Dažniausiai povandeninis laivas laikosi apie 30 m gilumoj ir motorų varomas plaukioja. Panėrus ligi 30 m, į tankus įleidžiama tiek oro, kad laivas svertų lygiai tiek, kiek sveria išspaustasis vanduo. Tuo metu vidutinis laivo lyginamasis svoris ir vandens lyginamasis svoris susilygina. Taigi kūnas plūduriuoja vandeny, jei jo vidutinis lyginamasis svoris yra kaip tik lygus 1. Grįždami vėl į povandeninį laivą, turime dar pridurti, kad jis gali judėti įvairiomis linkmėmis ir vairuojamas, varant motorams. Norėdamas visai iškilti į paviršių, laivas išvaro visą vandenį, įleisdamas į tankus iš butelių suspausto oro. Vanduo išteka pro apačią, o oras, tarsi didžiulis burbulas, laikosi viršum tankų vandens“.

Apie povandeninius laivus.

„Ir plaukti, vadinasi, gali kūnas tiktai tada, kai jo lyginamasis svoris mažesnis už skysčio, pvz., už vandens?“ „Be abejo! Vandeniui vienetas yra riba! Kas sunkesnis, tas skęsta; kas lengvesnis, tas plaukia. Ir kas atsitiktinai kaip tik lygu vienam, tas plūduriuoja. Taip, mielas Algi, šiuo baigiamoje viena svarbų fizikos skyrių“.

Kodėl srovės linijų formos?

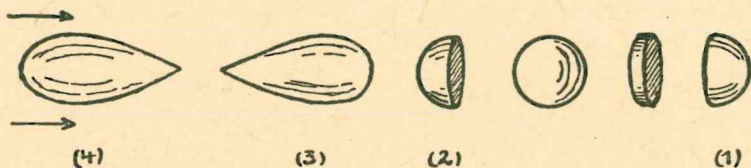
Vėl atėjo Algis pas Igną, prašydamas tęsti fizikos kurso.

„Gerai“, sutiko Ignas, „mes tuojau galime prikabinti prie skysčių mechanikos vieną modernią temą anksčiau, negu pradėsime kalbą apie skysčius. Kalbėsime apie srovės linijų formas, kai kieno vadinamas dinaminėmis. Kurie, pvz., vežimai dirbdinami tos vadinamosios srovės linijų formos?“

„Kai norima, kad oro pasipriešinimas būtų ko mažiausias ir vežimo greitis ko didžiausias!“ Tatai mūsų Algiui buvo jau žinomas dalykas. Jis žinojo ne vieną lenktyninių automobilių firmą, kuri išleidžia automobilius ypatingo dinaminio pavidalo.

„Visai teisingai! Todėl patyrinėsime, kodėl, būtent, srovės linijų forma šiuo atveju taip tinkama. Tam reikalui pagalvokime apie tokį bandymą:

Į vienodai tekančią vandens srovę įstatykime įvairaus pavidalo daiktų ir įsitikinkime, kokios jėgos reikės tiems kūnams išlaikyti, kad srovė jų nenusineštų. Išbandysime įvairių



Pav. 33.

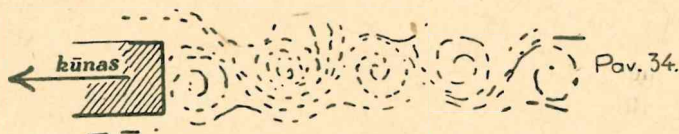
Įvairaus
pavidalo
kūnų varža.

Verpetai

apvalių to paties skersmens kūnų (pav. 33) pasipriešinimą srovei. Randame: jei, pvz., viena puse apvaliam, kita — plokščiam daiktui (1) išlaikyti bus reikalinga 700 g jėga, tai to paties skersmens ripkai tereikės 570 g, kamuoliui — 242 g, pus-kamuoliui, atsuktam apvalia puse į srovę (2) — 215 g, kulkos pavidalo kūnui smaigaliu priešais (3) — tik 93 g ir, pagaliau, „srovės linijų“ kūnui (4) tik 60 g. Kad reikalinga nelygi jėga, priežastis glūdi verpetuose, kurie susidaro kūno užpakaly ir kurie stačiai traukte traukia juos atgal. Panašius verpetus ma-

tome susidarant ir gale paskutinio traukinio vagono, kur su-
kyla debesys dulkių ir popiergalių (pav. 34) Srovės linijų for-
ma dėl to ir yra patogiausia, kad ji mažiausiai tesukelia ver-
petų, o jei greitis nedidelis, tai ir visai nesukelia.

*Srovės linijų
forma.*



Yra vis tiek, ar panertas kūnas stovi tekančiame vandeny,
ar kūnas juda ir vanduo teka. Pirmąjį atvejį gali matyti, žiūrė-
damas ties atrama nuo tilto į vandenį, o antrąjį — iš garlaivio
į jūros, ežero arba ir upės vandenį. Reikšmingas tėra greitis,
kuriuo slenka kūnas ir skystis vienas į antrą. Jei greitis labai
mažas, tai verpetų iš viso nesusidaro. Greičiui didėjant, ima
rastis verpetų; jų skaičius ir stiprumas pareina nuo kūnų
formos. O mes ką tik aptikome: tinkamiausia forma yra sro-
vės linijų forma, nes šiuo atveju mažiausia tesusidaro verpe-
tų“.

Dar vienas „sunkumas“ gulėjo Algiui ant širdies.

„Lenktynių automobiliai važiuoja ne vandeniui, tai kuriems
galams jie dirbdinami srovės linijų pavidalo?“ paklausė jis.

„Klausi ne be reikalo!“ — atsakė Ignas. „Užbėgdamas už
akių, tuoj tau pasakysiu: kūnų judėjimams dujose tinka tie
patys dėsniai, kaip ir skysčiuose. Ir dujose susidaro verpetai,
arba sūkuriai, ir tenai tinkamiausia judančio kūno forma yra
srovės linijų forma. Tuo, kaip matai, Algi, mes jau ir prade-
dame kalbėti apie dujas, kurios ir sudarys artimiausių mūsų
dviejų pasikalbėjimų temą. Taigi ligi kito karto.“

C. DUJŲ MECHANIKA.

23 skyrius.

Šis tas apie oro slėgimą.

„Kaip manai, kiek galėtų sverti šio kambario oras?“ pa-
klauskė Ignas, pradėdamas savo kitą „paskaitą“.

„Oras?“ nustebo Algis. „Argi oras iš viso ką sveria?“

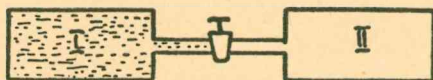
Oras sveria.

„Žinoma! Juk oras yra kūnas! Tik prisimink, kaip sunku eiti prieš audrą, kaip reikia spirtis, kad ji tavęs neparblokštų! Jeigu tas pats oras turi jėgos malūnų sparnams sukti ir burlaivius per jūras varyti, tai jis nėra „niekas“. Mes tik oro nematome, ir, jei jis nepučia, taip pat nė nejaučiame vien dėl to, kad prie oro esame nuo pat mažens pripratę. Bet iš tikrųjų oras yra taip pat kūnas, kaip ir kiekviena kita medžiaga, o jo specifinis svoris yra apie 0,0012. Tatai reiškia, kad, apytikriai kalbant, oro litras sveria 1 g. Dabar paskaičiuokime kambario tūrį: 4 m ilgio, 3 m pločio ir 3 m aukščio. Tatai duoda 36 m³, arba 36000 litrų. Taigi šio kambario oras sveria 36000 g, arba 36 kg su viršum. Tai tikrai nemažas svoris! Savaime suprantama, kad tas svoris gula ant grindų!“

„Vadinasi, su oru tas pats, kaip ir su vandeniu?“ pasitikrino Algis.

„Aiškus dalykas! Visas skirtumas, gali sakyti, yra tas, kad dujų molekulės yra daug palaidesnės, tikriau sakant, tiek palaidos, kad jos visą laiką laisvai juda, vien tik tarp savęs tesusidurdamos, į kambario ar indo sienas tesusidauždamos ir kaip sviediniai nuo jų atšokdamos. Kadangi dujos labai retos, tai jas galima ir žymiai suslėgti ir dar daugiau praretinti; tuo tarpu kietų ir skystų medžiagų, gali sakyti, nei žymiai suspausti, nei praskiesti negalima. Koku greičiu laksto dujų molekulės, tu, gal būt, galėtum apytikriai patirti, jei atsuktum uždaro in-

*Molekulių
šokis.*



Pav. 35.

do, kuriame yra kvapių dujų, laiduką, o pats atsistotum vienoj tolimesnių kerčių ir stebėtum, po kiek sekundžių užuostum jų kvapą. Tėpraslinktų vos kelios sekundės! Turėdami I inde (pav. 35) kokių nors dujų ir II indą tuščią ir juos sujungę vamzdeliu su laiduku, galėtume stebėti, kad, atsukus laiduką, bematant I indo dujos lygiai pasiskirsto abiejuose induose. Tuo būdu sumažėjus I indo dujų kiekiui pusiau, mes sakome, kad jos pasidarė dvigubai retesnės“.

„Ar visada dujos lygiai pasiskirsto po visą erdvę, kuri joms laisvai prieinama?“

„Taip, jeigu erdvė nėra labai didelė. Taigi inde ir net kambario dujos pasiskirsto lygiai. Tik labai didelėse erdvėse pradedamas jausti ir dujų svoris. Todėl ir atmosferos dujos neišsisklaido po visą plačiąją erdvę, bet iš visų pusių siaučia žemės paviršių“.

„Tai vadinamasis oro slėgimas bene bus tiesiog oro sunkumo pasėka?“ spėjo Algis.

„Teisingai! Apie dujas pasakytina tas pat, kas ir apie skysčius: dujose slėgimas pasiskirsto ir veikia į visas puses. Indo viduje slėgimas pasidaro iš nuolatinio dujų molekulių smoginėjimo į indo sienes. Iš to eina, kad juo daugiau molekulių yra duotojoje erdvėje, juo smarkesnis jų bombardavimas, juo didesnis ir jų slėgimas. Ir priešingai: leidę dujoms išsiplėsti, sumažiname jų slėgimą. O suspaudę dujas į mažesnę indą, jų slėgimą padidiname. Kaip tu jau teisingai įspėjai, atmosfera slekia žemės paviršių ir visus jame esančius daiktus savo svoriu, savo svorio slėgimu. Apskritai sakant, atmosferos slėgimas yra lygus 1 kg į vieną kvadratinį centimetrą. Iš to matai, kokia žymi jėga slekia ir mūsų pačių kūną. Vien mūsų kiaušą, kurio plotas apie 250 cm², slekia 250 kg. Tačiau to slėgimo mes nejaučiame, panašiai, kaip jo nejaučia gelmių žuvis: mes esame pripratę prie tokio slėgimo, ir mūsų vidus veikia nemažesniu priešslėgiu. Labai sumažėjus tam „normaliam“ slėgimui, pasijuntame dargi blogai: tatau kenkia mūsų sveikatai!“

*Dujų
slėgimas.*

*Oro
slėgimas.*

„Aš dar nė karto negirdėjau, kokiais vienetais matuojamas oro slėgimas?“ paklausė Algis.

„Atmosferomis!“ atsakė Ignas. „Pasikalbėk tik su bet kuriuo šoferiu apie padangų slėgimą. Jis tau pasakys, kelių atmosferų slėgimas turi būti priešakinėse ir kelių užpakalinėse padangose. Šalia atmosferų dar dažnai vartojamas posakis: tiek ir tiek cm ar mm gyvojo sidabro stulpo slėgimas. Jei, pvz., pažūrėję į barometrą, randame 750 mm slėgimą, tai tatau reiškia, kad atmosfera slekia lygiai taip pat apačioje savęs esamą paviršių, kaip jį slėgtų 750 mm gyvojo sidabro sluoksnis“.

*Slėgimas
milimetrais.*

„Ir tas slėgimas yra vienos atmosferos slėgimas?“

„Apytikriai taip. Šiaip jau atmosferos slėgimas nevisur ir nevisuomet vienodas. Pirmiausia jis pareina nuo vietos aukščio virš jūros lygio, nes juo aukščiau būsime, juo plonesnį turėsime viršum savęs atmosferos sluoksnį“.

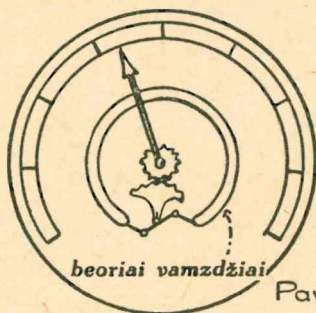
„Ar turi apčiuopiamos reikšmės koks šimtas, antras metrų?“

„Žemės paviršiuje slėgimas tokiaame aukščio skirtume jau aiškiai pastebimas. Mat, atmosfera, žemės traukiama, apačioje yra tirščiausia. Ir juo aukščiau, juo ji retesnė. 10000 m aukštumoje nebeužtenka oro kvėpuoti, mažesnis procentas ten ir deguonies. Ir slėgimo ten belieka tik vienas trečdalis to, kurį turime jūros paviršiuje. Čia atmosfera slekia vidutiniškai taip, kaip 760 mm gyvojo sidabro. Todėl toks slėgimas laikomas normaliu. Pareinamai nuo oro pobūdžio, slėgimas svyruoja, kartais pakildamas keliasdešimt mm virš normalaus, o kartais vėl nukrisdamas.“

Barometras.

„Papasakok dar man apie oro slėgimui matuoti prietaisą, barometru vadinamą!“ paprašė Algis.

„Šiais laikais dažniau daromi ne gyvojo sidabro, bet meta-



Pav. 36.

liniai barometrai. Jie susideda iš tuščio, spirališkai susukto, metalinio vamzdelio; kintant oro slėgimui, kinta ir vamzdelio susukimas, dėl to truputį pasislenka spiralės galai. Panaudojant ilgesnio peties svirteles, galima toks spiralės galų slinkimas padaryti gražiai matomas tam tikroje rodyklėje, kuri su-

kasi apvalioje, su gyvojo sidabro stulpelio parodymais sude-rintoje skalėje (pav. 36).

„Ir iš rodyklės parodymų galima numatyti būsiantį orą?“

„Iš dalies, taip! Mažėjas slėgimas rodo besiartinant žemo slėgimo sritį, arba depresiją, kuri, paprastai, atneša lietų. Priešingai, barometro kilimas rodo besiartinant aukšto slėgimo sritį, kuri atneša gražų orą. Tačiau nereikia užmiršti, kad oro atmainos dar pareina ir nuo kitų priežasčių: nuo vėjų stipru-

Oro slėgimas
ir oro
atmainos.

mo, nuo vietos padėties, nuo staigių slėgimo pakitimų. Todėl tiksliai oras išpranašauti bent vienai dienai ir tai negalima“.

„Ar turi ką bendra su oro slėgimu aukščio matuoklės?“

*Aukščio
matuoklės.*

Algis klausdavo visokių dalykų. Tatai džiugino Igną, nes rodė Algio susidomėjimą, o taip pat ir tai, kad jį pajėgė suprasti. Taigi, maloniai šypsodamasis, jis atsakė:

„Aišku! Aukščio matuoklė yra ne kas kita, kaip tik barometras, tik jo skalė išrašyta skaičiais, pasakančiais ne patį slėgimą, o aukštį, kuriame veikia tas slėgimas!“

„Bet slėgimas juk keičiasi ne tik pareinamai nuo aukščio, bet ir nuo oro“, — pastebėjo Algis.

„Teisingai pastebėta! Tad matai, kad aukščio matuoklė tik tuo atveju teisingai rodo, kai oras pastovus arba, tikriaus sakant, kai oro slėgimas laikosi pastoviai. Be to, kiekvienas, kas rengiasi kilti aukštyn, nureguliuoja savo aukščio matuoklę pagal esamą oro slėgimą. Mat, visa matuoklės skalė yra sukama. Pakilimo vietos aukštis virš jūros lygio yra žinomas iš žemėlapių. Tereikia skalė taip nustatyti, kad prieš kylant rodyklė rodytų kaip tik tą aukštį. Tada aukščio matuoklės parodymai bus teisingi, ligi pasikeičia bendrasis oro slėgimas. Jei matuokle naudojamės kopdami į kalnus, tai jos parodymus koreguojame pagal priliptų vietų aukštį, pažymėtą žemėlapyje“.

„Jeigu oro slėgimas yra taip panašus į vandens slėgimą, tai ir oras turėtų turėti keliamąją jėgą, ir ore turėtų veikti Archimedo dėsnis?“ klausė Algis.

„Visai teisingai! Taip ir yra! Visiškai taip, kaip vandeny: keliamoji jėga yra lygi išspaustojo oro svoriui! Tad visi kasdienės apyvokos daiktai oro yra daugiau ar mažiau keliami aukštyn. Jei juos, dėdami ant svarstyklių, pasveriname, tai gauname ne jų tikrąjį svorį, bet oro keliamosios jėgos sumažintąjį svorį. Tikras daiktų svoris būtų gaunamas juos pasveriant beorėj erdvėj. Tačiau skirtumas tarp daiktų svorio ore ir beorėj erdvėj yra toks mažas, kad mes į jį, paprastai, visai neatsižvelgiame. Tačiau fizikas savo tiksliuose svėrimuose turi atsižvelgti į tai, kiek oras kelia sveriamąjį daiktą, o taip pat ir į svėrimui vartojamuosius svarsčius. Oro keliamoji jėga nėra užmiršta ir technikos: turime cepeliną!

*Archimedo
dėsnis ore.*

Cepelinas ore plūduriuoja. Vadinasi, jis turi tiek pat sverti, kaip ir jo išstumtasis oras. Kadangi viena jo sudedamųjų dalių yra daug sunkesnė už orą, būtent, aliuminijaus griaučiai, motorai, keleivinės patalpos su negyvu ir gyvu „inventorium“, benzinai ir k., tai kita dalis turi būti užtat lengvesnė už orą. Todėl cepelinas pripildomas vandenilio arba helio“.

„Ar turi taip pat ir lėktuvui reikšmės keliamoji oro jėga?“

„Ne, lėktuvas turi veikti su kitomis jėgomis. Apie jas dar pakalbėsime. Dar vieną dalyką apie oro slėgimą aš tau noriu pasakyti: mažėjant oro slėgimui, krinta medžiagų virimo temperatūra ir kyla tirpimo. 4000 m aukštyje, pvz., nebegalima kiaušinių kietai išvirti! Mat, vanduo verda tokioj žemoj temperatūroj, jau apie 80 laipsnių, kad kiaušinio baltymas nebekietėja“.

*Oro slėgimas
ir virimas.*

„O tirpimo temperatūra kyla?“ dar kartą paklausė Algis.

„Taip, mažėjant slėgimui. O didėjant slėgimui, tirpimo temperatūra krinta. Pvz., smarkiai slėgiant ledą, jis tirpsta —3° temperatūroje; jei prieš tai jis tebuvo —2°, tai suslėgtas tuoj virsta vandeniu. Tas „suslėgtas tirpimas“ palengvina ledynų slinkimą kalnuose. Kalnų ledynai yra ne kokia negyva ledo masė, bet visą laiką pamažu žemyn slenkanti „ledo srovė“.

24 skyrius.

Sutirštintas, praretintas ir judantis oras.

„Aš jau pasakojau“, — pradėjo, keliom dienom praslinkus, Ignas savo naują pamoką, — „kad galima pakeisti oro tirštumas, orą suspaudžiant arba praretinant, ko nebuvo galima padaryti nei su kietais, nei su skystais kūnais. Iš pirmiau mes jau žinome, kad kaitinamos dujos...?“

„Išsiplečia!“ pridurė Algis.

„Teisingai! O jei jos neturi kur plėstis, tai didėja jų slėgimas. Mes jau anksčiau minėjome, kad aukštesnė temperatūra reiškia smarkesnę molekulių judėjimą. Smarkiau judėdamos, molekulės dažniau susiduria su indo sienelėmis ir tuo būdu jas

labiau spaudžia. Tat ir nepasikeitus molekulių skaičiui, pakyla dujų slėgimas. Be to, slėgimą galime padidinti, sumažindami dujų turimąjį tūrį kokiame uždarame inde. Jei tuo pat metu temperatūra nesikeičia, tai veikia dėsnis: sumažėjus dujų tūriui pusiau, jų slėgimas padvigubėja ir t.t. Tas dėsnis, fizikoje vadinamas Boilio — Marioto dėsniu, praktiškai mažai tepasitaiko, nes suspausdami dujas, paprastai, neišvengiame temperatūros pakėlimo. Tai juntame net pompuodami orą į dviračio padangas: pompa, arba siurblys, taip įkaista, kad apačioje darosi karšta ją laikančiai rankai“.

*Boilio—
Marioto
dėsnis.*

„Ar galima dujas taip suspausti, kad jos pasidarytų skystos?“ paklausė Algis.

*Dujų
suskystinimas.*

„Tai pareina nuo temperatūros!“ atsakė Ignas. „Kiekvienos dujos turi savo tam tikrą temperatūrą, aukščiau kurios jų negalima suskystinti vienu slėgimu. Toji oro vadinamoji kritinė temperatūra yra apie —140 laipsnių. Aukščiau —140° temperatūros negalima oro taip suspausti, kad jis liktų skystas.

Šiandien dar pakalbėsime apie visokius tokius reiškinius ir prietaisus, kur turi reikšmės praretintas arba sutirštintas oras.

Paminėsime pirmiausia pipetę. Tu, be abejo, esi matęs ploną stiklinį vamzdelį su užmautu ant galo guminiu mautuku. Tai ir bus pipetė (pav. 37). Akių gydytojai ją vartoja, norėdami paimti truputį skystų vaistų ir juos įleisti į akį. Ką jie daro, norėdami vamzdelin įtraukti truputį vaistų?“

Pipetė.

„Pirmiausia jie suspaudžia guminį mautuką“.

„Gera! Ir kas tuo būdu pasiekama?“

„Dalis oro išstumiamą pro vamzdelį!“

„O tada?“

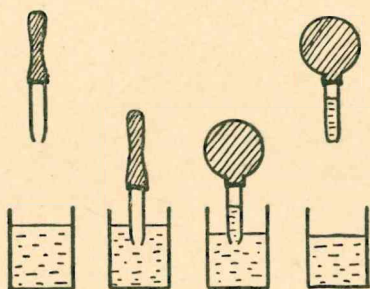
„Tada įkišamas plonasis vamzdelio galas į skystus vaistus ir paleidžiamas mautukas!“

„Kas tada matyti?“

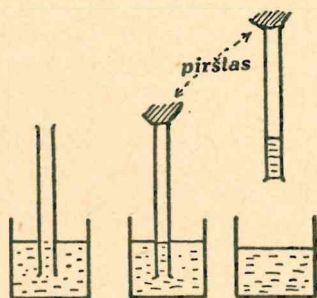
„Vaistai pakyla vamzdeliu! Gydytojas ištraukia tą, kaip pavadinai, pipetę iš indo su vaistais, prineša ją prie ligonio akių, vėl suspaudžia mautuką ir tuo būdu išstumia vaistus“.

„Gera! Dabar tą, ką pasakei, aš pakartosiu daugiau fiziko kalba. Klausyk! (Čia Ignas ėmė rodyti savo brėžinius). Suspaudus guminį mautuką, vamzdelyje ir mautuke sumažėja

oro. Įkišę vamzdelį į skystį ir paleidę mautuką, mes leidžiame likusiam orui vėl užimti visą vamzdelį su mautuku, bet dėl to oras praretėja. Tuo tarpu iš oro skystį tebeslegia normali atmosfera. Jei ir vamzdelyje tebebūtų normalus slėgimas, tai abu slėgimai būtų pusiausvyroje, ir skystis nekiltų į vamzdelį. Bet praretėjus orui vamzdelyje, į jį pakyla tiek skysčio, kad likusio oro ir įsisiurbusio skysčio slėgimai susilygintų su išoriniu atmosferos slėgimu. Ištraukus pipetę iš skysčio, vaistai neišteka, nes juos iš apačios prilaiko tas pats atmosferos slėgimas. Tik mautuką iš naujo suspaudus tiek, kad vidaus slėgimas reikiamai padidėtų, vaistai išbėga.



Pav. 37.



Pav. 38.

*Padažinė
pipetė.*

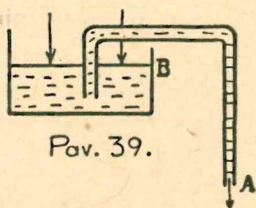
Panašiai veikia ir paprastoji „padažinė pipetė“. Tai paprastas abiem galais atviras vamzdelis. Įkišus jį į vandenį ar kitą kurį skystį, vidun pribėga tiek skysčio, kiek gylis įkištas vamzdelis. Dabar viršutinį vamzdelio galą pridengiame pirštu ir jį ištraukiame iš vandens. Išbėga tik dalis skysčio, bet dalis pasilieka (pav. 38). Jei vamzdelis neperstoras, tai oras burbulais negali pakilti virš vamzdelio vandens; daliai vandens nutekėjus, vamzdelio erdvė padidėja ir oras praretėja. Tuo pačiu atmosferos slėgimas pasidaro didesnis už vamzdelio oro slėgimą ir prilaiko, kad vanduo iš vamzdelio neišbėgtų. Tuo pat būdu galima skystį ištraukti iš indo, jo neapverčiant. Tuo tikslu įkišamas sulenktas vamzdelio vienas galas į indą ir burna ištraukiamas visas vamzdelio oras (pav. 39). Tada oro slėgimas vamzdelio aplinkoj varo skystį į vamzdelį ir jis išteka ties A. Kai vamzdelio galas A yra žemiau skysčio pavir-

*Siurbiamoji
pipetė.*

šiaus inde, tai skystis teka be paliovos, ir mes galime, nekilnodami indo, perpilti skystį iš vieno į kitą.

„Ir aš žinau vieną praretinto oro veikimą!“ pasisiūlė Algis.

„Na, sakyk!“ padaršino Ignas.



Pav. 39.



Pav. 40.

„Gumines siurbėles, kurių galima pamatyti krautuvių vitrinose ir kurios pačios laikosi ant stiklo!“

*Guminė
siurbėlė.*

„Visai teisingai!“ patvirtino Ignas. „Guma tiek suspaužčiama ir lygiai pridedama prie stiklo, kad viduj liktų nedaug oro ir kad jo daugiau iš lauko neprieitų. Tada guma paleidžiama. Ji išsipučia, bet oras viduj lieka praretintas (pav. 40). Išorinis atmosferos slėgimas prispaudžia gumos kraštus prie stiklo, ir ji laikosi. Panašiai įsisiurbia į kūną įvairios dėlės ir kai kurie vabzdžiai.

Dar turime pakalbėti apie vieną svarbų praretinto oro atvejį, dažnai pasitaikantį kasdieniniame gyvenime. Daugelis žmonių, pvz., stačiai nemoka gerti alaus tiesiog iš butelio. Nugėrus gurkšnį, daugiau alaus jiems nebebėga. Priežastis yra ši: jei mes iš indo, teturinčio vieną siaurą kaklą, išpilame skystį, tai viršuje atsiranda praretinto oro, ir išorinis slėgimas nebeleidžia skysčio iš tokio butelio (pav. 41). Tai kaip tik ir esti, geriant iš butelio, apžiojus jo visą kaklelį, arba pilant skystį iš indo, ypatingai plonu kaklu. Mes arba turime kaip nors įleisti indan oro pro kaklelį, arba pradurti dugne skylutę (jei indas blėtinis), kad galėtų įsiskverbti naujo oro (pav. 42). Ir kavos ašotėliai su glaudžiais viršeliais (dangteliais) yra indai plonais kakleliais. Iš jų kava bėga, kol nepravožiame viršelio.

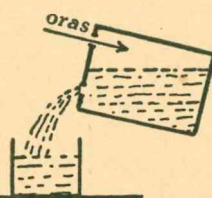
*Skysčio
išpylimas.*

Praretinto oro erdvės gali pasitaikyti ir burnoje, geriant arba kvėpuojant. Visų tų pavyzdžių mums užteks. Sutirštinto

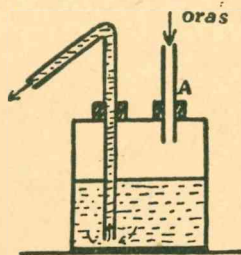
oro prietaiso vieną pavyzdį galime taip pat tuoj paminėti: švirkštas. Tai — švirkštukas, kuriuo kirpėjai sudrėkina tavo plaukus kvepiančio skysčio purškuliais. Suspausdami guminę pūslę arba



Pav. 41.



Pav. 42.



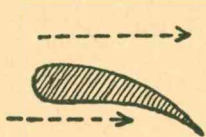
Pav. 43.

stačiai papūsdami pro vamzdelį A, įvarome į švirkštą naujo oro, dėl ko oras sutirštėja, padidėja jo slėgimas ir varo skystį pro antrą ploną vamzdelį, kuris ir ima švirkšti (pav. 43).

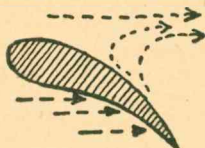
Baigdamas mechaniką, noriu dar tau trumpai papasakoti apie judančias dujas. Čia pirmiausia būtų galima tai pakartoti, kas jau pasakyta apie skysčių judėjimą. Taigi nevienodos formos kūnai ore nevienodai užkliūva dujas. Mažiausiai priešinasi srovės linijų formos kūnai, nes jie sukelia mažiausia sukurių.

Apie lėktuvą.

Lėktuvui labai svarbios yra srovės, kurios susidaro viršum ir apačioj sparnų. Sparnai daromi tokios formos, kad viršumi oras laisvai slenka, o apačioje susiduria su išlenkimu ir susigrūda (pav. 44). Dėl to susidaro iš apačios į viršų didesnis slėgimas, nekaip iš viršaus į apačią, ir lėktuvas kyla aukšty n ar bent laikosi ore. Per daug sumažėjus lėktuvo greičiui, keli moji jėga pasidaro per maža, kad išlaikytų lėktuvą, ir lėktuvas leidžiasi žemyn. Taip pat ir per daug stati sparnų padėtis yra pavojinga, nes tada už sparnų atsiranda sūkurių (pav. 45).



Pav. 44.



Pav. 45.



Pav. 46.



Pav. 47.

Kai audra nuplėšia stogą, tai didžiausias įvykio kaltininkas yra taip pat sukūrys. Per gūbrį lekias oras pasigriebia už jo esantį orą ir sumažina jo normalų slėgimą užpakalinės stogo pusės (pav. 46).

Ypatingos svarbos oreivybei turi vadinamieji stačiai kylantieji ir smingantieji vėjai. Jie atsiranda ypatingo išilimo ar atvėsimo vietose, nes karštas oras kyla stačiai aukštyn, o šaltas smenga žemyn arba tarp kalnų, kurie savaip pakreipia vėjų linkmę (pav. 47).

Kylantieji ir smingantieji vėjai.

Va, mielas Algi, mes ir pabaigėme mechaniką!“ baigė savo šios dienos darbą Ignas.

III DALIS.

Siūbavimai ir bangos. Garsas.

25 skyrius.

Siūbavimai ir bangos.

Pagaliau Ignas buvo patenkintas tomis žiniomis, kurias parodė Algis, atsakinėdamas į Igno klausimus iš mechanikos ir šilumos. Todėl buvo galima pradėti naujus fizikos skyrius.

„Algi“, — pradėjo Ignas, — „pasakyk man siūbuojančio daikto pavyzdį!“

Algis valandžiukę pagalvojo. Paskui tarė: „Sieninio laikrodžio švytuoklė (siūbuoklė)“.

*Kūnas
siūbuoja.*

„Gera! Tai gal dar galėtum man pasakyti, kuo yra ypatingas siūbavimo reiškiny? Kokio pobūdžio judėjimą vadiname siūbuojančiu?“

„Kūnas juda pakaitomis į vieną ir į antrą pusę“, atsakė Algis.

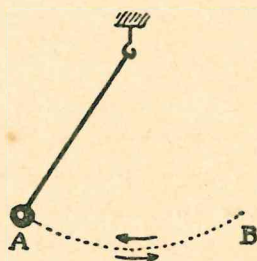
„Neblogai. Bet ir miesto autobusas taip pat pakaitomis važinėja į vieną ir į antrą pusę, tačiau niekas nesako, kad autobusas siūbuoja.“

„Bet jis ir nevažinėja nesustodamas. Siūbuoti, reiškia visą laiką judėti ir vis tą patį kelią į vieną ir į antrą pusę!“

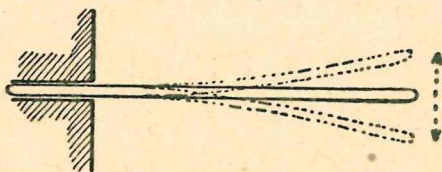
„Taip, esame jau visai arti tikro siūbavimo supratimo!“ pagyrė Ignas. „Gali sakyti, betruksta pridurti dar apie siūbuojančio kūno siūbavimo greitį!“

„Su greičiu reikalas paprastas: abiejuose savo kelio galuose kūnas sustoja, o vidury juda smarkiausiai!“

„Kaip matau, tu šiandien viską pats žinai“, sutiko Ignas. „Mes puikiai išsiaiškinome siūbavimą. Taigi, jei tu, pvz., ant siūlo pakabinsi metalinį rutuliuką, ir jį, nepaleisdamas siūlo, pasuksi į šalį ir kamuoliuką paleisi, tai kamuoliukas ims siūbuoti — turėsime vieną paprasčiausią „siūbuoklių“, arba „švytuoklių“ bei „svyruoklių“, kaip fizikas vadina (pav. 48). *Siūbavimo periodas.* Yra įprasta nustatyti siūbuoklės siūbavimo periodas, arba trūka. Ištiesu siūbavimu suprantamas vienas kelias ten ir atgal, taigi iš taško A vėl ligi taško A. Nuo A ligi B tėra pusė siūbavimo. Paėmę nedidelį metalinį rutuliuką ant 1 m ilgio siūlo, pamatysime, kad siūbavimas vienon pusėn užtrunka lygiai



Pav. 48.



Pav. 49

1 sek. Taigi viso siūbavimo laikas bus tada lygiai 2 sek. Tokios siūbuoklės siūbavimo trūka, arba periodas, ir yra lygiai 2 sekundės. Trumpesnių siūbuoklių periodas trumpesnis. Jei kurios siūbuoklės periodas tėra $\frac{1}{5}$ sekundės, tai siūbuoklė per visą sekundę susiūbuoja. ...?“

„Penkis siūbavimus“, — pridūrė Algis. Jis jau buvo pripratęs prie Igno ir žinojo, kad jis mėgsta sulaukti iš mokinio savo tyčia nebaigiamų sakinių papildymo. Reikėdavo tik rūpintis mokėti, kaip papildyti tokį sakinį! Ignas aiškino:

„Taigi yra dar ir antra siūbavimo sąvoka, siūbavimų skaičius. Jis parodo, kiek ištisinių siūbavimų įvyksta per sekundę. Jei pasakoma, kad siūbavimų skaičius lygus 20-čiai, tai tuo pačiu pasakoma ir vieno siūbavimo trūka, būtent?“ *Siūbavimo skaičius.*

„Būtent, $\frac{1}{20}$ sekundės!“

„Gal žinai, kaip skaičiavimas vadina tokį skaičių, kuris šiuo būdu surandamas? Pvz., 5 ir $\frac{1}{5}$, 7 ir $\frac{1}{7}$ ir t. t.“

„Tai atvirkštiniai dydžiai!“ pasakė Algis.

„Gera! O dabar padarykime šitoki bandymą. Įsprauskime mezgamąjį virbalą, kaip parodyta 49 pav.: $\frac{1}{4}$ virbalo įtvirtinta ir $\frac{3}{4}$ gali laisvai virpėti. Dabar suduokime pirštu per laisvąjį virbalo galą. Kas pasidarys?“

Kyla garsas.

Tatai Algis dar nebuvo išmėginęs. Todėl jis paprašė motiną virbalo ir padarė aprašomąjį bandymą. Virbalas taip smarkiai virpėjo, kad akis tematė jo šešėlį. Be to, Algis dar išgirdo nuo virbalo einantį garsą. Giliau įtvirtinęs virbalą, kad laisvasis galas sutrumpėtų, jis pamatė jį dar tankiau virpant, o jo skleidžiamas garsas darėsi aukštesnis.

„Čia mes pastebime svarbų dalyką!“ atkreipė Ignas Algio dėmesį. „Būtent: smarkiai ir vienodai virpant kūnui, išgirstame garsą. Juo jis aukštesnis, juo virpėjimas tankesnis. Todėl garso mokslas, arba akustika, telpa moksle apie siūbavimus bei virpėjimus. Bet prieš pradėdami plačiau kalbėti apie garsą, turime susipažinti dar su antra sąvoka, kurią rasime ir akustikoje greta siūbavimų ir elektros bei magnetizmo ir šviesos moksluose, — tai bangos.

Bangos.

Norėdami girdėti plieninio virbalo virpėjimus, mes virbalo nekišame į ausį, taigi garsas kaip kitaip pasiekia mūsų ausis. Tokie keliaujantieji virpėjimai vadinami bangomis. Žinomiausia bangų rūšis yra vandens bangos, todėl iš jų pasimokysime iš viso apie bangas.

Įsivaizduok bestovįs ant jūros ar ežero kranto! Vandeny, keletą metrų atstu nuo kranto, plūduriuoja keletas valčių. Mat tai į krantą besiartinant vilnį, ir tu stebi, kas darosi su valtimis. Ir ką tu pamatai?“

„Valtys palieka vietoje, tik bangos jas kilnoja ir vėl nuleidžia!“

„Teisingai! Ir valtys lieka vietoje ne dėl to, kad jos pririštos, bet kad bangų vanduo taip pat vien tesikilnoja. Tik pačiame krante banga išsilieja, ir jos vanduo pamažu nuteka. Bet toliau nuo kranto atskiros vandens dalelės tejudą vien aukštyn ir žemyn. Tuo tarpu pačią bangą matome ritantis vandens paviršiumi! Tai kas gi toji keliaujanti banga?“

„Tai tik kalvos ir kloniai!“ mėgino aiškinti Algis.

„Tu galvoji, rodos, teisingai, bet skamba ne „fizikiškai“! Keliauja „siūbavimo būseną“. Aiškiau tariant: kiekviena dalelė siūbuoja vien aukštyr ir žemyn. Tik ne visos drauge aukštyr pakyla ir vėl nusileidžia, bet vienos paskui kitas, iš eilės taip, kaip guli vandeny. Iš to ir susidaro įspūdis, kad bangos viršūnė slenka vandeny. Lygiai tas pat galima būtų pasakyti apie bangų „klonius“. Tik ten vandens dalelės, nusileidusios ligi klonio dugno, apsigręžia, kad vėl imtų aukštyr kilti.

Čia pat galime susipažinti su viena nauja labai svarbia sąvoka, būtent, su bangos ilgiu. Bangos ilgiu vadiname gretimų bangų viršūnių nuotolį. Lygiai taip pat ir dviejų bangos klonių nuotolis yra vienos bangos ilgio“.

Bangos ilgis.

„Palauk, aš spėju kad dabar pasakosi ir apie oro bangas“, — pertraukė Algis, — „oro bangos neša garsą!“

„Nevisai taip, nors iš dalies tavo pasakymas teisingas!“ atsakė Ignas. „Pirmiausia garso banga (taip ją vadiname, o ne oro banga) yra ne tas pats reiškiny, kaip vandens banga. Vandens bangoje, kaip sakytą, banga plinta gulsčiai visomis linkmėmis, o vandens dalelės siūbuoja aukštyr ir žemyn. Garso bangoje — kita padėtis. Čia dalelės siūbuoja ta pačia linkme, kaip ir plinta pačios bangos. Kylant kurioje vietoje garsui, tą vietą apsupančios oro dalelės gauna tarsi smūgį. Jos pašoksta į šalis ir, savo ruožtu, smogia į gretimą oro dalelę ir t.t. Bet paskiau vėl grįžta atgal. Taigi ir čia dalelės tik pasiūbuoja ir gautąjį smūgį perduoda tolyn. Į visas šalis plinta ne dalelės, o tik jų turimas smūgis. Jeigu nuo garso šaltinio srovėmis bėgtų pats oras, tai, pvz., aplink kalbėtoją greitai visai neliktų oro! Be to, reikia žinoti, kad beore erdve visai garsas neplinta, ten nieko negalima girdėti; nes ten, kur nieko nėra, negali siūbuoti ir jokios dalelės, ir tuo būdu negali pasklisti nė mažiausias garsas. Bet grįžkime prie skirtumo tarp vandens ir garso bangos. Taigi vandens bangoje plitimo linkmė ir dalelių siūbavimo linkmė yra priešingos, viena su antra sudaro 90 laipsnių. Tokie siūbavimai vadinami skersiniais. Tuo tarpu garso bangoje abiejų — bangos ir siūbavimo — linkmės yra vienodos. Tokie siūbavimai vadinami išilginiais. Išilginėse bangose vietoj bangų viršūnių ir klonių turime oro sutirštėjimus ir praretėjimus. Todėl

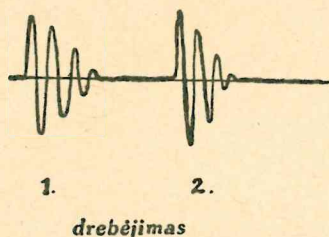
Skersinės bangos.

Išilginės bangos.

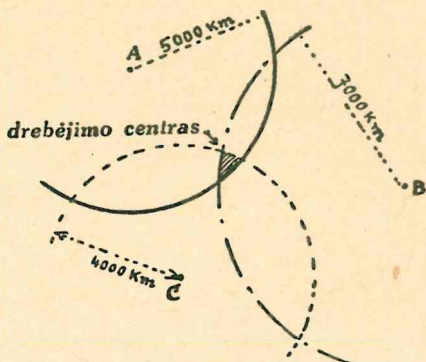
ir garso bangos ilgiu vadiname atstumą tarp dviejų gretimų sutirštėjimų. O dabar galime pakalbėti atskirai vien apie gar-
są!“

Bet Algis turėjo dar vieną klausimą. „Ar be vandens ir garso bangų yra dar kurių kitų bangų?“, — paklausė jis.

Kitos bangų rūšys. Žinoma! Su elektromagnetine banga mes dar daug turėsi-
me darbo! Bet tuo tarpu apie ją nė nebandysime pradėti savo kalbos. Nebent tiek tau pasakysiu, kad tos bangos, su kurio-
mis, pvz., susiduriame radijo siųstuvuose bei priimtuvuose, iš tikrųjų visai nė nebangos ta prasme, kuria su bangomis susi-
pažinome. Tačiau tau pasakysiu, kad yra dar vienas didelis kū-
nas, be vandens ir oro, kuriame pasitaiko bangų. Tai pati žė-
mė. Sudrebėjus kurioj vietoj žemės plutai, iš tos vietos paplin-
ta įvairios rūšies bangų. Kadangi atskirų rūšių bangų grei-
tis nevienodas, tai iš to, kiek vienos bangos pralenkia kitas, galima apskaičiuoti, iš kur jos ateina. Tam reikalui reikia apa-
rato, kuris tas bangas registruotų. Tokie aparatai vadinami seismografais ir jie laikomi žemės drebėjimo stotyse. Giliai rū-
syje, nuošalioj gatvelėj, kur netrukdo aparatų veikimo joks gatvės judėjimas, rašomasis prietaisas ant besisukančios popie-
riaus juostos registruoja žemės suvirpėjimus (pav. 50). Po-



Pav. 50.



Pav. 51.

pieriaus juosta ima tuo momentu suktis, kai aparatą sukrečia pirmas žemės drebėjimo smūgis. Susižinojusios atskiros žemės drebėjimo stotys apie tai, kada jų aparatai užregistravo pirmą-
sias žemės drebėjimo bangas, gali apytikriai nustatyti žė-

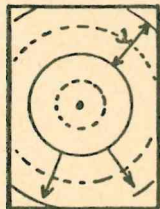
mės drebėjimo židinį (pav. 51). Tuo būdu apie žemės drebėjimą tolimesioje Japonijoje sužinoje anksčiau, negu gauname žinią per radiją apie tą kraštą ištikusią nelaimę.

Dar kartą turiu nukrypti nuo tiesioginio tikslo pasakoti apie garsą: turiu tau išdėstyti dėsnius, pagal kuriuos plinta bangos. Pirmiausia paminėtinas dėsnis, kurį tu gali pats nustatyti kiekvieną kartą, kai įmeti akmenį į vandenį: bangos atsiradusios viename centre, plinta vienodai į visas puses. Taigi jos vandens paviršiuje sukelia vis didėjančius apskritimus, gi ore vis didesnius kamuolius (pav. 52).

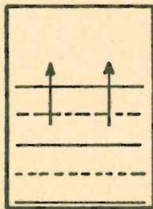
Bangos
plinta.

Jei mes esame toli nuo bangos šaltinio, tai apskritimai esti tokie dideli, kad jų mažas dalis galime laikyti kaip ir tiesėmis. Tada kalbama apie plokščias bangas (pav. 53).

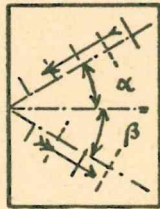
Jei bangos susiduria su siena, tai nuo jų atsimuša tarsi guminiai sviediniai pagal taisyklę, kad kritimo ir atšokimo kampai būtų lygūs. Kalbama apie bangų „atspindį“. Jei banga krinta į sieną stačiai, tai ji grįžta tuo pačiu keliu, kuriuo atėjo. Atsišaukęs garsas vadinamas aidu (pav. 54).



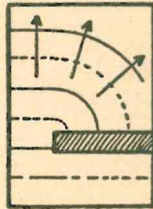
Pav. 52.



Pav. 53.



Pav. 54.



Pav. 55.

Idomiausią reiškinį pastebime bangai einant pro kertę. Neužkliuvusi bangos dalis plinta sau tiesiai. Bet už kertės, taigi, rodos, nuo bangų „saugioj“ vietoj, kyla naujos bangos. Jos yra tarsi atsiradusios pačioje kertėje, ir iš ten plinta visomis linkmėmis apskritimais. Dėl to vadinamojo bangų linkimo girdėt ir už kertės stovint (pav. 55).

Taip, tad šiandien užteks, mielas Algi! O kitą kartą pakalbėsime apie patį garsą!“

Apie garso šaltinius.

„Norėdami arčiau susipažinti su garsu“, — vėl pradėjo kitą dieną Ignas, — „pirmiausia turime patyrimėti garso šaltinius, taigi tuos kūnus arba aparatus, kurie skleidžia garso bangas. Tu dar gal tebežinai, kada atsiranda garsas?“

„Kai kūnas dažnai virpa!“ atsakė Algis.

*Užesiai
ir tonai.*

„Teisingai. Taigi garso šaltiniai yra aparatai, kurie patys virpėdami suvirpina ir orą. Aparato virpėjimai gali būti ir taisyklingi ir netaisyklingi. Jeigu virpėjimai yra taisyklingi, tai girdime toną. Tuo tarpu netaisyklingų virpėjimų bangas girdime kaip užesį, šlamesį ar kitokią maišytą garsą. Prie paskutiniųjų garsų rūšies taip pat priskirtini ir kartiniai oro sudrebėjimai, kuriuos girdime kaip trenksmus ar griausmus. Dabar, mielas Algi, pasakyk man garsus, kokius tik žinai, išskyrus tonus!“

Algiui nereikėjo ilgai galvoti. „Vandens čiurlenimas, vėjo švilpimas, kalamojo priekalo dundėjimas, visoks tratėjimas, bildėjimas, čirškėjimas, užimas, sprogimo trenksmas, pagaliau perkūnijos griausmas!“

Be abejo, Algis nevisus garsus suminėjo. Tačiau jo pavyzdžių buvo jau nemaža. Ignas buvo jais patenkintas. O apie griausmą jis panoro plačiau pakalbėti ir paklausė:

„Kuo būdu atsiranda griaustinis?“

Griaustinis.

„Žaibas jį sukelia!“ atsakė Algis.

Taip! Bet kodėl žaibą ne vien matome, bet dar ir girdime griaudžiant?“

„Žaibas perskrodžia debesis ir orą; ir kai jie vėl sugriūva draugėn, girdime didžiulį trenksmą!“ — aiškino Algis.

„Daugumas žmonių taip ir galvoja. Tačiau šitoks manymas nėra teisingas! Iš tikrųjų, griaustinis atsiranda šitaip: žaibas per trumpesnę kaip $\frac{1}{1000}$ sekundės laiką įkaitina savo perskrodžiamąjį orą ligi kelių tūkstančių laipsnių. Jei oras taip smarkiai neįkaistų, tai negalėtų žaibas uždegti tokių, palyginti, sunkiai padegamų kūnų, sakysime, kaip medis. Bet šitaip nepaprastai įkaitintas oras vienu ypu taip išsiplečia, tarsi būtų įvykęs sproginimas, kur tam tikros dujos taip pat ūmai

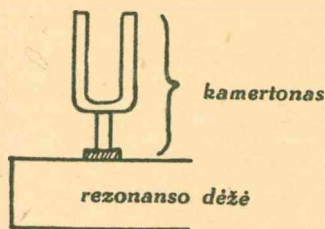
įkaitinamos. Tuo būdu oro sluoksniai aplink žaibą gauna vienkartinį, o jei žaibas kartojasi, tai ir pasikartojantį smūgį, kuris ir plečiasi į visas puses stipriomis garso bangomis. Atsimušęs į žemę ir debesis, į miškus ir pakriūtes, jis pasidaro kartais gana ilgas su savo visais aidais ir mums primena didžiulio sunkvežimio važiavimą akmens grindiniu. Juo trumpesni girdime griausmą, juo artesnis žaibas, nes tuo atveju nesuskuba drauge ateiti ir jo aidai. Tokiais atvejais jis itin smarkus ir staigus“.

Čia Algis pertraukė klausimu: „Žmogaus kalba, kas ji yra — ūžesys ar tonas?“

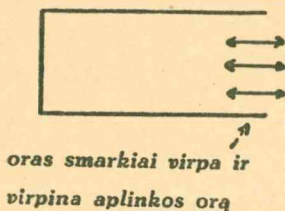
„Kalbą reikia skirti prie ūžesių! Tik balsius galime dainuoti, tariant, paleisti tikrais tonais. Tuo tarpu priebalsiai yra ūžesiai, ypatingai dantiniai, kaip s, š, c, č. Bet dabar pakalbėkime apie grynuosius tonus! Jiems sukelti reikia priemonės, kuri tvarkingai išjudintų orą. Tam reikalui tinka gražiai virpą metaliniai prietaisai, kamertonais vadinami. Tai U pavidalo plieniniai dvišakiai, virpą nuo smūgio, juos užgavus plaktuku, arba ir jais pačiais sudavus per kietą kūną. Pasigirsta silpnas tonas. Dažniausiai kamertonai taip padaromi, kad jie per sekundę virpa 435 kartus. Tokio kamertono tonas vadinamas *a* arba *do*. Tai tas pats tonas, kuris reikalingas smuiko *a* stygai. Kamertono veikimas itin vaizdus, sujungus jį su rezonansine dėžute. Rezonansas reiškia sąvirpį, taigi ir sąskambį. Tik buvo pasakyta, kad kamertono tonas yra gana tylus. Kad jis būtų aiškiai girdimas, mes pritaisome kamertoną prie medinės dėžutės, primenančios cigarų dėžutę, tik be vieno galo (pav. 56). Dėžutės ilgis taip apskaičiuojamas, kad dėžutės oras imtų virpėti tuo pačiu tankumu, kaip ir kamertono sukeltosios

Kamertonas.

Rezonansas.



Pav. 56.



oras smarkiai virpa ir virpina aplinkos orą

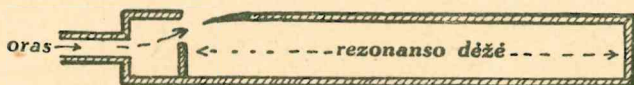
Pav. 57.

Muzikos
instrumentai.

bangos. Tuo būdu susidaro sąskambis. Bandymai parodė, kad toks sąskambis susidaro tik tuo atveju, kai dėžutė yra tam tikro ilgio. Aplinkinis oras dėžutės virpančio oro yra labiau sujudinamas, negu paties kamertono (pav. 57). Tuo sąskambio dėsnio pagrįsti veik visi muzikos instrumentai. Tiesą sakant, kiekvienam stygos ar dūdos tonui praverstų atitinkama dėžė, bet tokia prabanga leidžiama tik vargonuose. Kituose instrumentuose apsieinama su rezonansine dėže, kuri sustiprina įvairius tonus. Žinoma, tokia dėžė nelengva padaryti, ir ji nebegali būti paprasta nuo cigarų dėžpalaikė. Imkime pavyzdžiu smulką! Jo stygos virpinamos braukiant tam tikru brauktuvu. Virpėjimas yra juo tankesnis, tariant, tonas juo aukštesnis, juo trumpesnė styga ir juo labiau ji įtempta. Bet vienos tik stygos tonas būtų tiek silpnas, kad mažai tebūtų girdimas. Dar viduramžių laikais meistrai surado savotiško pavidalo „dėžę“, kuri sustiprina visokius tonus. Panašiai veikia ir čelių, gitarų, mandolinų ir kitų instrumentų rezonatoriai. Pianinas turi vadinamąjį rezonansinį dugną. Tai savotiškai padaryta medinė lenta, kuri taip pat pajėgia stiprinti visus tonus“.

„O vargonai turi kiekvienam tonui po rezonatorių?“ paklausė susidomėjęs Algis.

„Taip! Tuos rezonansinius vargonų vamzdžius vadiname dūdomis. Tokioje dūdoje oro srovė bėga pro ploną plieninę plokštelę ir ją virpina. Tačiau tokios plokštelės sukeliamasis tonas būtų persilpnas. Tad čia pat yra pritaisyta pilna oro tam tikro ilgio dūda (pav. 58). Ji tokia padaroma, kad jos oro vir-



Pav. 58.

pėjimas atitiktų plieno plokštelės virpėjimą. Tuo būdu oras ima drauge virpėti, ir girdime stiprų toną. Ta pačia proga: jei dūdos galą atversime, tai susidarys tonas, lygiai viena oktava aukštesnis. Todėl skiriamos atdaros ir uždaros dūdos. Beveik ir visuose kituose muzikos instrumentuose randame šiaip ar taip padarytą rezonatorių.

Susipažinę su garso šaltiniais, dabar galime patyrinti garso kelią ore“.

Apie garso greitį ir apie aidinį.

Po trumpos pertraukos darbas vėl buvo pradėtas.

Tuo tarpu Algiui į galvą atėjo vienas klausimas. „Ar ir žmogus kalbėdamas ir dainuodamas turi rezonansinę „dėžę?“ paklausė šypsodamasis.

„Turi!“ jam netikėtai atrėžė Ignas. „Garsas kyla gerklėse, kai oras iš plaučių plaukia pro vadinamąsias gerklių stygas ir jas suvirpina. Bet tonas būtų negirdimai silpnas, jei burnos oras neimtų drauge virpėti ir nerezonuotų stygoms. Tik tuo reikalu mes ir keičiame burnos formą, tardami atskirus balsius arba dainuodami atskirus tonus.

Tačiau paliksime garso šaltinius ir iš arčiau įsižiūrėsime į garso plitimą. Mes jau žinome, ką mes turime vaizduotis „oro banga“. Oro dalelės, apskritai imant, pasilieka vietoje, tik siūbuoja vienon ir priešingon pusėn. Tik „siūbavimo“ būseną, antraip sakant, tik „smūgis“, sukeliąs tą siūbavimą, keliauja oru. Ore toji garso banga plinta 340 m/sec. Įsiminti lengviausia, kad vieną km kelio garsas nukeliauja per 3 sekundes.“ *Garso greitis.*

„A, tai dabar žinau, kodėl žaibuojuojant skaičiuojamos sekundės, kurios praeina ligi trenksmo, ir jų skaičius dalijamas iš trijų. Tuo būdu gaunamas žaibo tolumas kilometrais!“

„Teisingai!“ — patvirtino Ignas, — „panašiai galima apskaičiuoti ir kitų garso šaltinių nuotolis, jei tik jie yra matomi. Jei kur toli švilpia garvežys, jei šaunama iš patrankos, tai garsas ateina, tik kuriam laikui praslinkus. Padalijus to laiko sekundes iš trijų, galima gauti nuotolio kilometrus.

Garsas plinta ne tik oru. Kitomis medžiagomis jis keliauja lygiai gerai arba ir dar geriau. Pavyzdžiui, garso greitis vandeny 1437 m/sec, geležyje lygiai 5,1 km/sec. Tos medžiagos skleidžia garsą taip pat geriau kaip oras. Dėl tos priežasties traukinio artėjimą galima girdėti greičiau ir geriau ausį pridėjus prie bėgių“.

„Rašytojai, parašę apysakų iš indėnų gyvenimo, tvirtina, kad indėnai klausosi priešų artėjimo, priglaudę ausį prie žemės. Matyti, indėnai neklysta taip darydami!“ — sušuko Algis. *Indėnai neklysta.*

„Žinoma, ne! Ir tu pats gali pasidaryti tokį bandymą: pvz., pasikabink metalinę semtuvę ar kitą kokiį panašų daiktą ant virvės ir laikyk jos galą prie ausies. Lengvai užgavęs semtuvę, išgirsi žemą skambesį. Jis toks silpnas, kad ausimi per orą visai negirdimas“.

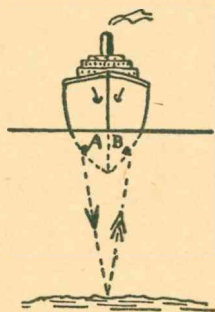
Algis buvo benorįs tuojau išmėginti, kaip garsas ateina virve, bet Ignas jį sulaikė.

„Palauk! Tuoju baigsime! Tada turėsi laiko daryti bandymą, kiek tik norėsi. Šiandien aš tau norėjau papasakoti dar vieną naujovišką garso greičio pritaikymą. Mes jau žinome, koks aparatas parodo mums kurios nors vietos aukštį virš jūros lygio. Koks, būtent?“

„Aukščio matuoklė, antraip sakant, barometras!“

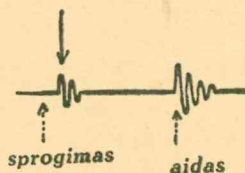
„Teisingai! Bet, pvz., lėktuvui reikia žinoti ne tik aukštis virš jūros lygio, bet taip pat ir virš tos vietos, ties kuria jis skrenda. Čia barometras nebepadės. Šiuo atveju šiandien vartojamas... na, ar žinai?“

Algis pakraipė galvą.

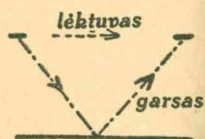


Pav. 59.

tiesioginis garsas



Pav. 60.



Pav. 61.

Aidinis.

„Šiuo atveju vartojamas aidinis. Jį rasime ir laivuose, kurie jo pagalba nustato jūros gilumą. Prietaisą išsiaiškinsime, paimdami laivo aidinį. Laivo apačioje prie A (pav. 59) yra aparatas, duodąs smarkų trenkimą. Prie B yra savo rūšies telefonas, kuriuo išgirstame garso, atsispindėjusį į jūros dugną. Panašiai kaip žemės drebėjimas yra užrašomas tam tikru pieštuku ant besisukančio popieriaus, taip ir čia užregistruojamas grįžusio

garso bangos sužadintas telefono plokštelės virpėjimas. Iš garso greičio vandenį ir iš laiko, kuris praslenka nuo trenksmo ligi jo aido, ir apskaičiuojamas jūros gilumas“.

„Bet kokių būdu trenksmas laivo dalyje *A* nesugadina jautraus aparato *B* dalyje?“ paklausė Algis.

„Pirmiausia tas dalis skiria tam tyčia pastatytos garsą slopinančios sienos. Antra vertus, aparatas užregistruoja ne tik trenksmo aidą, bet ir patį trenksmą, ir tuo būdu dar tiksliau žinomas laikotarpis, praslinkęs tarp jų abiejų (pav. 60).

„Tai ir lėktuvai taip pat matuoja aukštį virš žemės?“

„Taip! Tik jie, be abejo, turi skaičiuoti garso greitį ore ir, be to, neužmiršti, kad ligi grįžta garso aidas, jie gana toli nuskrenda. Taigi čia garsui tenka eiti *V* pavidalo kelias (pav. 61). Bet technika jau sugebėjo išrasti aparatus, kurie automatiškai tatau atskaičiuoja ir tuo būdu nuolat rodo tikrą aukštį virš žemės paviršiaus.

O dabar, mielas Algi, gali imtis savo bandymų. Šiai dienai pakaks!“

28 skyrius.

Girdimos ir negirdimos garso bangos.

„Šiandien imsimės temos“, — pradėjo pamoką Ignas, „kuri, tiesą sakant, daugiau priklauso biologijai negu fizikai. Mat, pakalbėsime apie žmogaus ausį. Kuriam reikalui turime vadinamąją ausies grybelį, tu, aiškus dalykas, žinai?“

„Kad geriau pagautume garsą!“

„Tai svarbiausia jo paskirtis! Be to, jo pagalba galime spręsti ir apie linkmę, iš kurios ateina garsas. Pabandyk laikyti rankas priešais ausis taip, kad delnai būtų į užpakalį atgręžti, ir imk kalbėti! Tau atrodys, kad kas užpakaly tavęs kalba! Turėdamas dvi ausis, linkmę, iš kur ateina garsas, gali gana tiksliai nustatyti, nes jei garsas ateina iš kairės, tai kairioji ausis, žinoma, girdi geriau ir pirmiau negu dešinioji. Iš to skirtumo kartais galime nustatyti ne tik garso linkmę, bet ir nuotolį. Bet svarbiausioji ausies dalis yra pačioje galvoje. Čia pirmiausia užtinkame vadinamąją vidurinę ausį. Iš išorės ei-

Apie ausį.

nąs klausomasis kanalas baigiasi stangriu būgneliu, sudarytu iš plonos odelės, virpančios drauge su klausomąja garso bangą. Jos virpėjimai, padedant smulkučiams kauliukams, vadina-
majam plaktukėliui, priekalėliui ir lenktukui, pereina į sraigės
kiauto pavidalo kūnelį. Ši vidinė ausis yra pripildyta skys-
čio. Jam taip pat persiduoda garso bangos. Tame pačiame
skystyje baigiasi klausomieji nervai, kurie perduoda gautuo-
sius virpėjimus į smegenis. Čia jau įvyksta tas stebuklas, kad
mes, pvz., a tono jaučiame ne 435 virpėjimus per sekundę, ku-
rių kiekvienas reikštų mažą smūgį, ar ką panašaus, bet girdime
vieną švarų ir maloniai skambantį toną“.

„Tai girdime visai ne ausimis?“ — nustebo Algis.

*Girdime
smegenimis.*

„Tiesą sakant, ne ausimis. Ausys yra tobulas aparatas,
pakeičias garso bangas į nervų sudirginimus, o girdėti iš tikrų-
jų girdime smegenimis. Dėl to suprantama, kad mes dažnai ne-
begirdime laikrodžio tikslėjimo arba net ir mušimo. Ausys gar-
są, žinoma, pagauna ir perduoda nervams. Bet smegenys yra
taip pripratusios prie nuolatinio laikrodžio triukšmelio, kad jo
nebeboja, jei į jį neatkreipiame specialaus dėmesio. Pasitaiko
žmonių, kurie, pvz., taip pripranta, sakysim, prie krioklio
triukšmo, kad jie naktį nubustų, jei staiga krioklys sustotų
kriokęs.

Šia proga dar pažymėsiu, kad toje vidurinėje ausyje tūno
ir mūsų pusiausvyros pojūtis. Todėl itin pavojinga žmonėms,
kurių trūkusi ausies plėvelė, prisitraukti vandens į ausį. Tada
jie gali visai netekti pusiausvyros nuovokos, apsvaigti ir pri-
gerti. Dar tyrinėdami ausis, mes negalime nepastebėti vadina-
mųjų Eustachijaus vamzdelių. Jie sujungia vidurinę ausį su
gerklės giluma. Smarkiai išsižiojus, garso bangos gali pasiekti
ausies būgnelį ir pro gerklę. Tuo būdu būgnelis garso gali
būti spaudžiamas ir iš oro pro ausį ir iš vidaus pro burną, ir jis
gali išlaikyti didesnę garso sukrėtimą. Štai dėl ko griaudžiant
artilėrijai patariama kareiviams prisidengti ausis ir prasižioti“.

*Prasižioti
šaudant.*

„Ar nepasitaiko, kad tuo būdu pertruktų būgnelis iš vi-
daus!“ paklausė Algis.

„Ne! Iš oro visada ateina net pro rankas daugiau garso,
nekaip pro siaurus Eustachijaus vamzdelius. Kalbamuojų bū-
du tik susilpninamas išorinio garso spaudimas.

Dar truputį pakalbėsime apie ausį fizikos požiūriu! Čia įsidėmėkime: mūsų ausis girdi kaip patį žemąjį toną tik tokį, kuris turi per sekundę bent 16 siūbavimų. Jei jų mažiau, tai ištisinio garso nebėra, ir mes tejauciame atskirus užesius. Tonas darosi vis aukštesnis, juo daugiau virpėjimų per sekundę pasiekia ausis“.

Žemiausias tonas.

„Jei tonas *a* turi 435 virpėjimus per sekundę, ir aš jį klausau tik $\frac{1}{4}$ sekundės, tai mano ausin juk teateina mažiau bangų?“

„Žinoma! Būtent, tik $\frac{1}{4}$ iš 435, taigi 109 bangos, arba, tiksliau sakant, 108,75“.

„O per $\frac{1}{10}$ sekundės teateina tik 43,5 virpėjimai?“ — vėl klausė Algis. „Jeigu, pagaliau, tonas tetrus tik $\frac{1}{435}$ sekundės dalį, tai aš tesulauksiu savo ausyje vos vienos bangos?“

„Ne! — papriestaravo Ignas: — „ir čia yra riba! Atskirus virpėjimus mes visada girdime kaip pavienius užesius! Yra reikalinga mažiausia dviejų vienas paskui antrą ateinančių virpėjimų, kad ausis girdėtų ne užesius, bet toną!“

Trumpiausi tonai.

„Ir kokio aukštumo toks dviejų virpėjimų tonas?“

„Tokio, kuris atitinka atskiro virpėjimo laiką. Taigi, jei dvi bangos drauge užtrunka tik $\frac{1}{100}$ sekundės, tai viena banga tik $\frac{1}{200}$ sekundės. Jei tonas truktų ištisą sekundę, tai susidarytų 200 virpėjimų. Vadinasi, dviejų tokių bangų trumputėlis tonas būtų to aukščio, kurį turi ilgas 200 virpėjimų per sekundę tonas“.

„O kas yra aukščiausieji girdimi tonai?“ dar paklausė Algis.

Aukščiausieji tonai.

„Tai pareina nuo žmogaus amžiaus! Tavo amžiuje dar girdimi 16000 virpėjimų per sekundę tonai; bet gana anksti krinita girdimų tonų riba ligi 10000 virpėjimų per sekundę, ir toliau pasilieka ilgesnį laiką. Pastaraisiais laikais yra pavykę sukelti garso bangų ligi 100000 per sekundę. Tokios „ultragarsinės“ bangos, žinoma, negirdimos. Bet jos kitaip mus veikia. Jos, pvz., gali užmušti smulkius organizmus. Sakysim, galėtume šviežią pieną pasterizuoti ne tik jį ligi tinkamos temperatūros įkaitindami, bet taip pat ir „apšaudydami“ ultragarsinėmis bangomis. Skonis būtų gal dar geresnis!“

Ultragarsinės bangos.

„Jei jomis būtų galima žudyti ir didelius organizmus, kaip žmones, tai tokios ultragarsinės bangos taptų baisiu kariniu ginklu!“ — paleido savo vaizduotės vadžias Algis. Bet Ignas nesijaudino.

„Taip, jei viena kariaujančiųjų pusių būtų netikėtai užklupta tokiais pabūklais. Antraip, neilgai truktų išrasti ir priešveikiančią ginklą. Ir tatai nebūtų sunku. Tik žmones gali džiuginti tokie išradimai, kurie jiems gali būti malonūs ir naudingi, bet ne tokie, kurie juos žudo! Mes tuo tarpu pasitenkiname tuo, ką turime, ir baigiame savo mokslą apie garsą! Tai gi, mielas Algi, ligi kito karto!“

4 DALIS.

Magnetizmas.

29 skyrius.

Kas yra magnetas?

Kai abu broliai vėl susiėjo pasikalbėti apie fiziką, Ignas iškilmingai pradėjo:

„Mielas Algi! Šiandien prasideda mūsų pasivaikščiojimo po fiziką naujas skyrius, kuris iš esmės skiriasi nuo visa to, ką mes ligi šiol esame išgirdę. Mes, būtent, dabar susidursime su naujomis jėgomis, kurios gamtoj retai tepasitaiko, kurios dėl to yra juo paslaptingesnės ir kurias žmonės pavergė per paskutinį šimtą metų. Tatai magnetizmas ir elektra. Pradėsi-
me nuo magnetizmo! *Magnetizmas.*

Jau senovėje buvo aptikta mažų metalo gabalėlių, kurie traukdavo kitus geležies gabalėlius. Pagal radimo vietą — Magnetiją, Mažojų Azijoje — iškasamų gabalėlių tą savybę ėmė vadinti *magnetizmu*, o iškasamuosius gabalėlius magnetiniu geležakmeniu. Toksai „magnetas“ be geležies dar traukia tikrai nikelį ir kobaltą, o kitų metalų ir nemetalų neliečia.

Pakabinę ant tokio magneto minkštos geležies vinį, pastebime, kad ir ji pasidaro magnetinė ir traukia savęsp kitą panašią vinį (pav. 62). Atėmus pirmąją vinį nuo magneto, ir antroji pati savaime nukrinta. Taigi matai: minkšta geležis tik tol magnetinė, kol ji kibo prie nuolatinio magneto (dar permanentiniu vadinamo).

Jei, tačiau, mes keletą kartų perbrauksime magnetu per plieninį virbalą, pvz., per mezgamąjį, tai jis pasidaro magnetiškas. Taigi plienas pasilaiko įgytąjį magnetiškumą! Iš to ga-
Permanentiniai magnetai.

li įspėti, kaip gali būti padaromi paprasti magnetai, pailgo ar pasaginio pavidalo, ir magnetiniai daiktai (peilis, žirklys ir k.)“.

„Tur būt, imama plieno ir jis braukomas tokiu prigimtinu magnetu!“ — spėjo Algis.

„Beveik taip! Tik imami ne prigimtiniai magnetai, kurių traukiamoji jėga silpna, bet daug stipresni, apie kuriuos tuo tarpu nekalbame, nes jie priklauso elektros sričiai. Tačiau galime įsidėmėti, kad kasdieniai permanentiniai magnetai gaunami magnetizuojant plieną“.

„O priešingai: ar galima magnetinį plieną vėl išmagnetinti?“ — paklausė Algis.

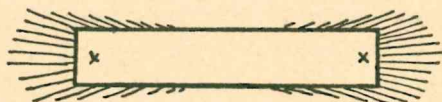
„Galima! Tuo tikslu pakanka tik plieną pakaitinti. Dabar imkime tokį plieninį magnetą ir įdėkime į geležies piuvenas. Reiktų laukti, kad tas magnetas iš visų pusių lygiai lips tomis piuvenomis. Tuo tarpu iš tikrųjų matome žymiai kitonišką vaizdą: tik galuose daug geležies piuvenų nugula, o vidury kaip ir niekas nekimba. Tuo būdu atrodo, kad magnetinė jėga susitelkia į du galus, gal būt, į du taškus, kurie yra magneto galuose. Jie vadinami magneto p o l i a i s arba ir ašigaliais (pav. 63).

Magneto
poliai.

O dabar susiduriame su nuostabiu faktu: perlaužę tokį magnetą pusiau, randame kiekvienoje pusėje galuose vėl du polius. Tuo būdu negalima gauti magneto vienu polių!



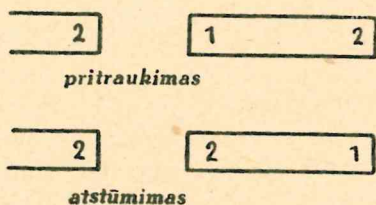
Pav. 62.



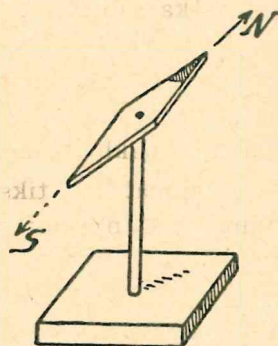
Pav. 63.

Artindami prie vieno magneto poliaus antro magneto polių, galėsime pastebėti, kad jie vienas antrą traukia. Jei, tačiau, prie to paties pirmojo magneto poliaus artinsime kitą antro polių, tai pastebėsime priešingą reiškinį: tie poliai vienas nuo antro traukiasi (Pav. 64). Taigi vieno ir to paties magneto poliai yra vienas antram priešingi! Vadinasi, polių esama dviejų rūšių. Pritaisę daugelį magnetų taip, kad jie

lengvai gali sukytis horizontalioje plokštumoje, greitai pastebime, kad jie visi išsirikiuoja vienaip: iš šiaurės į pietus (pav. 65). Todėl ir vadinami į šiaurę nukrypę poliai *šiaurės ir pietų poliai*. Pakartoję savo ankstyvesnius bandymus, randame, kad šiaurės ir pietų po-



Pav. 64.



Pav. 65.

liai vienas antrą stumia, tuo tarpu mišrūs poliai, šiaurės ir pietų, vienas antrą traukia. Tuo būdu gauname įsidėmėtiną dėsni:

Kiekvienas magnetas turi du polius: šiaurės ir pietų; vienvardžiai poliai vienas antrą stumia, o įvairiavardžiai — traukia.

Minkšta geležis yra kiekvieno poliaus traukiama. Griežtai imant, tas traukimas niekuo nesiskiria nuo to, kaip saulė ir žemė viena antrą traukia. Visada arba vienas antrą traukia arba vienas antrą stumia. Taigi galėtume, jei norėtume, ir taip sakyti: minkštoji geležis traukia kiekvieną polių.

Palyginę keletą vienvardžių magneto polių, rastume, kad jie dar skiriasi ir „polių stiprumu“, o abudu vieno magneto poliai visada yra lygiai stiprūs ir teskiriami savo prigimtimi“.

Apie magnetinį ir suktukinį kompasą.

*Magnetinės
plunksnelės.*

Po trumpos pertraukos Ignas vėl pradėjo: „Mes jau žinome, kas darosi, kai keletą magnetinių plunksnelių susmeigia-me ant stačių ašelių taip, kad jos gulėsčiai laikytųsi...“

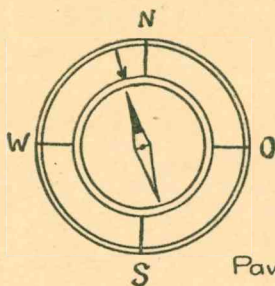
„Jos visos atsisuka šiauriniu galu į šiaurę, o pietiniu į pietus!“

„Dabar gerai pagalvok, mielas Algi! Kas tad turi būti žemės šiaurėje, kad mūsų magnetų šiauriniai poliai visi, kaip vienas, atsisuka į šiaurę?“

„Matyti, kad pietų polius!“ — stebėjosi Algis.

„Taigi, kad taip! Tikras pietų polius! Žemės šiaurėje yra magnetinis pietų polius, o pietuose — šiaurės polius. Tattai kinai žinojo jau prieš 2000 metų, tuo tarpu Europa tą faktą aptiko tik viduramžiais. Suprantama, kad magnetas imta vartoti orientuotis žemėje. Tačiau pamažu paaikškėjo, kad tokia magnetinė plunksnelė, arba „kompasas“ — taip šitas prietaisas buvo pramintas —, nevisai tiksliai rodo šiaurės pietų linkmę! Mat, magnetinis pietų polius guli ne pačiame žemės ašigalyje, bet gana toli nuo jo, amžino ledo apklotose salose tarp Alias-kos ir Grenlandijos. Panašiai magnetinis šiaurės polius yra į pietus nuo Australijos. Magnetinės plunksnos galai rodo tų magnetinių polių linkmę ir todėl daugiau ar mažiau nukrypsta nuo geografinės šiaurės - pietų linkmės. Reikia tiksliai žinoti

Deklinacija.



Pav. 66.

tą nukrypimą, arba deklinaciją, norint su kompasu tiksliai nustatyti šiaurės - pietų linkmę (pav. 66). Įvairiose žemės vietose deklinacija nevienoda, o taip pat ir toje pačioje vietoje, ilgainiui, šiek tiek keičiasi. Vidurinėj Europoj dabar deklinacija yra 4 laipsniai į vakarus, o anksčiau jos būta ligi 20°!“

Algis jau turėjo paruoštą klausimą: „Ar yra žemėje magnetinė lazda?“

„Magnetinės lazdos turėti ji neturi, bet ji pati yra magnetas! Mes šiandien turime pagrindo manyti, kad po, palyginti, plonu žemės paviršiaus uolų sluoksniu glūdi didelis geležies nikelio branduolys, nepaprastai aukštos temperatūros, todėl, gal būt, net dujinis. Tik tos dujos yra milijonų atmosferų slegiamos, ir todėl jų vidutinis specifinis svoris lygus 8, kaip ir kietos nikelinės geležies. Šitas tat branduolys ir yra magnetas. Atrodo, kad daugumas dangaus kūnų, o gal būt, ir visi, yra tokie magnetai. Labai dažnai nukrinta ir žemėn tokių akmens didumo kūnų, vadinamų meteorais, kurių daugumas taip pat pasirodė beturį nikelinės geležies magnetinį branduolį. Iš čia suprantama, kodėl ir pats magnetizmas buvo atrastas geležies rūdoje“.

Zemė yra magnetas.

„Ar žemės magnetizmo jėga visada vienodo stiprumo?“

„Beveik! Tačiau žemės magnetas yra visokių įtakų veikiamas. Pirmiausia reikia paminėti, kad jį veikia saulė su savo dėmėmis. Dėl to žemėje kai kada juntamos tikros magnetinės audros, be ko kita, labai trukdančios mūsų radijo aparatams priimti radijo bangas“.

Dar vienas klausimas gulėjo smalsaus Algio širdyje.

„Ar suktukinis (suktinis) kompasas taip pat yra magnetinis?“

Apie suktinį kompasą.

„Visai ne! Suktukinis kompasas su magnetu neturi visiškai nieko bendra! Fizika jį priskiria mechanikai ir, būtent, specialiam jos skyriui apie suktukus!“

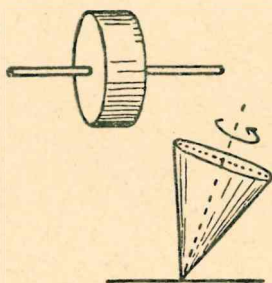
„Kas per vienas tas suktukas?“ — pasiteiravo Algis.

„Suktukinis kompasas išrastas vokiečio Anšiotco ir jis veikia šitaip:

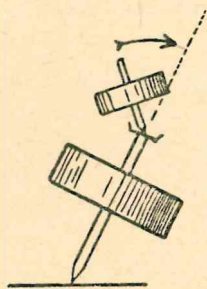
Suktuku gali būti pavadintas bet koks smarkiai apie savo vidurinę ašį besisukąs daiktas, pvz., smagratis, vaikų žaislelis, vadinamas vilkelio, ir k. p. (pav. 67). Įsižiūrėjęs į vaikų suktuką, arba vilkėlį, gali pastebėti jo nuostabią savybę: jis gali stovėti pasviręs, nė kiek negriūdamas, kol jis pakankamai smarkiai sukasi. Jo viršutinis galas pamažu išrėžia savotišką spiralę. Jo apatinį smaigalį galima kur norime pastatyti, jis negrius, kol suksis.

Jei dabar mažą suktuką pastatysime ant didesnio, tai jis prie jo taip prisitaiko, kad abiejų ašys esti lygiagretės (pav. 68).

Visa žemė taip pat yra milžiniškas suktukas, nes ji visą laiką sukasi apie savo šiaurės - pietų ašį. Taigi ir ji laikosi kiekvieno kito suktuko savybių. Jos ašis pamažu sukasi, tarsi kūgio paviršiumi, ir vienas toks apsisukimas užtrunka 26000 metų. Viena ledlaikio priežasčių, atrodo, bene bus ir šitas žemės ašies sukimasis. Jei taip būtų, tai po 5 ar 6 tūkstančių metų mūsų klimatas vėl turėtų imti šalti, ir mes vėl artintumėmės prie naujos ledo gadynės.



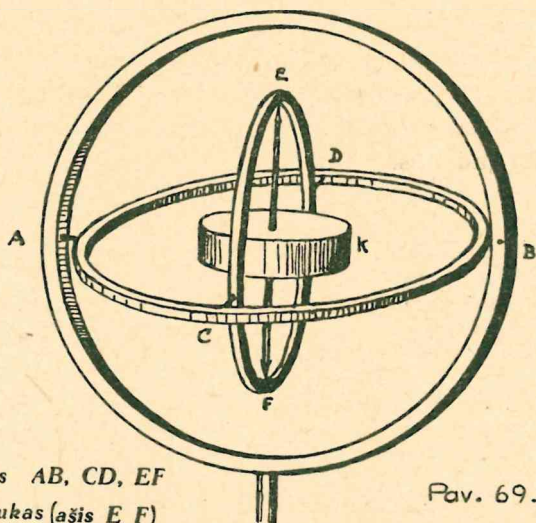
Pav. 67.



Pav. 68.

Bet grįžkime vėl prie suktukinio kompas! Kaip sakiau, žemė yra milžiniškas suktukas. Pastatę ant jos mažą suktuką, matome, kad jo ašis laikosi linkmės, lygiagretės su šiaurės - pietų linkme. Tuo būdu ir gauname norimą kompasą. Mažuoju suktuku imamas skridinys, kuris apsisuka per minutę ligi 20000 kartų. Tam reikalui yra pritaikomas tinkamas elektromotoras. Pats skridinys įtaisomas dviejų žiedų sistemoje tuo būdu, kad jo ašis laisvai gali sukinėtis visomis linkmėmis ir kiekvienu atveju nusistoti lygiagrečiai su žemės ašimi. Tam reikalui vartojama vadinamoji Kardanio žiedų pakaba (pav. 69). Reikia apie dviejų valandų laiko ligi toks suktukas nusistoja, kaip reikia, o paskiau laivas ar lėktuvas gali sukti kur nori, o suktuko ašies linkmė nė kiek nepasikeičia. Suktukinis kompasas savo linkmei visada ištikimas: jis nepareina nuo

žemės magnetizmo ir jo audrų. Taip pat jo parodymai nepareina ir nuo geležies ar kitos medžiagos, iš kurios pastatytas laivas. Tuo būdu suktukiniu kompasu aprūpintas keliavimo prietaisas keliauja daug patikimiau, kaip magnetiniu kompasu“.



Pav. 69.

sukimosi ašys AB, CD, EF

K — suktukas (ašis E F)

5 DALIS.

Elektra.

31 skyrius.

Elektros krūvis. Elektros rūšys.

Praslinko kelios savaitės, kol buvo vėl pasiryžta imtis darbo. Ignas pradėjo ypatingu tonu:

„Na, gerbiamas pone mokiny“, juokavo jis, „pagaliau, mes pradėsime tą fizikos skyrių, kuris tave labiausiai domina. Ir ne be reikalo, nes tai įdomiausias fizikos skyrius. Tai mokslas apie elektrą. Tu, gal būt, manai, kad aš tau tuojau imsiu pasakoti apie lempas ir motorus. Ne, truputį kantrybės. Pirmiausia mes turime išsiaiškinti vieną klausimą, kuris daugeliui yra neaiškus, tačiau būtinai turi būti suprastas, jei norime pažinti moderniąsias fizikos tyrinėjimo sritis. Tai klausimas — kas apskritai, yra elektra?“

*Bandymas
su stiklo
lazdele.*

Įsivaizduokime, pavyzdžiui, bent tokį bandymą: tu imi apie 30 cm ilgio stiklo lazdelę ir, ją patrynęs į vilnonio megztinio skverną, palieti mažutį, ant stalo padėtą, popierėlį. Ir nuostabus dalykas: popieriaus gabalėlis pašoko ir prikibo prie lazdelės.

Mes jau žinome, kad magnetas popieriaus neveikia, taigi čia turime reikalą su kitokia jėga. Ši jėga vadinasi elektra. Ji, kaip ir magnetizmas, nei svorio, nei ilgio bei tūrio matavimu nenustatoma. Paprasčiausiai ją pažįstame anksčiau sakytu būdu.

*Elektros
krūvis.*

Kūnas, kuriame yra elektros, pvz., mūsų įtrintoji lazdelė, vadinamas „elektriškai užkrautu“. Jame yra „elektros krūvis“.

„Ar tik su stiklo lazdele pavyksta šis bandymas?“ paklausė Algis.

„O, ne. Pvz., šukos, kelis kartus pertrauktos per sausus plaukus, irgi traukia lengvą popierėlį; taip pat priartinus šukas prie plonos vandens srovės, kurią gauname tik truputį atsukę laiduką, matome ją šukų pusėn pakrypstant (pav. 70). Mat, šukos, perbrauktos per plaukus, įgyja elektros krūvį. Taip mes galime daug ir kitokių bandymų pasidaryti. Trinant visuomet atsiranda elektros, dėl to ją ir vadiname trynimo elektra. Bet praktiškame gyvenime, pvz., elektros jėginėse, elektra gaminama ne trynimo būdu; tačiau trynimo elektrą pasirinkome dėl to, kad ją betyrinėjant lengviau suprasti elektros esmę.



Jau matėme, kad paprasti kūnai kasdieniame gyvenime yra neužkrauti. Trinant vieną kūną kitu, atsiranda elektros krūvis. Šiam reikalui labiausiai tinka stiklas, kaučukas (šukos)“.

„Ar visi įelektrinti kūnai turi tą pačią elektrą?“ — pasiteiravo Algis.

„Čia ir prasideda pats svarbumas. Įsivaizduokime tokį bandymą. Įelektrintą stiklo lazdelę artiname prie lengvučio kamuolėlio, pririšto ant šilko siūlo (kamuolėlis gali būti padarytas iš avietės stiebo šerdies ar kitos panašios medžiagos). Kamuolėlis, kaip jau žinome, prisitrauks, tačiau, palietęs lazdelę, vėl atšoks. Atitraukime lazdelę, kamuoliukas nusvirs stačiai žemyn. Artinkime vėl tą pačią lazdelę prie jo. Jis nuo lazdelės bėgs! Dabar artinkime kaučuko įtrintą lazdelę. Ji kamuoliuką pritrauks. Vadinasi, elektros krūviai ant kaučuko ir ant stiklo lazdelių yra skirtingi, nes jų veikimas yra kitoks.

Ne visi krūviai yra lygūs.

Atlikus daugelį bandymų, įsitikinta, kad t e r a t i k d v i e l e k t r o s r ū š y s. Kad jos vieną nuo antros būtų lengviau atskirti, stiklo lazdelėje susirinkusią elektrą vadiname t e i g i a m a, o kaučuko lazdelėje — n e i g i a m a. Tie vardai buvo įvesti tada, kai apie elektros esmę mažai tenusimanyta. Gaila, kad taip įvyko, nes, priešingai paženklinus, būtų buvę daug patogiau. O dėl ko patogiau, tuojau paaiškės“.

„Čia taip pat, kaip ir magnetizme“, — įterpė Algis, — tik čia sakome teigiama ir neigiama, o ten šiaurės ir pietų poliai“.

„Kai kuriais atvejais taip“, paaiškino Ignas. „Jei aš tau dar pridursiu, kad elektroje galioja šis dėsnis: vienerūšiai krūviai vienas kitą stumia, įvairiarūšiai vienas kitą traukia, tai tu tą panašumą dar labiau jausi. Ir vis dėlto reikia pabrėžti didelį skirtumą. Magnetizme visada randame du polius kartu. Jie neišskiriami. Elektroje šis išskyrimas galimas. Stiklo lazdelė yra visur teigiamai įelektrinta, o kaučuko — visur neigiamai. Tai ir yra pagrindinis skirtumas tarp magnetizmo ir elektros“.

Dėsnis, kurį brolis atsitiktinai paminėjo, Algį labai sudomino.

„Vadinasi, vienerūšiai krūviai stumia vienas kitą, o įvairiarūšiai traukia?“ — dar kartą Algis paklausė. „Bet kas atsitiks, jei vienas iš dviejų kūnų yra apkrautas, antras ne?“

„Jie vienas antrą trauks, kaip traukia magnetas minkštą geležį“.

„Dabar tariuos viską supratęs, kas atsitiko su šėivamedžio kamuoliuku“, pareiškė Algis.

„Na, įdomu“, padrąsino Ignas.

„Iš pradžių kamuoliukas buvo neįelektrintas, o lazdelė teigiamai įelektrinta!“

„Puiku! Vietoj teigiamai, žinoma, gali, kaip skaičiavime, sakyti p l i u s ir vietoj neigiamai — m i n u s“.

„Neįelektrintą kamuoliuką pritrauks. Vadinasi, neįelektrintas kūnas visada yra pritraukiamas įelektrinto“.

Ignas linktelėjo galva, o Algis dėstė toliau: „Pritraukiant kamuoliukas paliečia lazdelę ir pats įsielektrina teigiama elektra, o teigiama ir teigiama — viena antrą stumia. Jei dabar toks kamuoliukas gali priartėti prie kaučuko lazdelės, tai teigiamoji kamuoliuko elektra ir neigiamoji prie lazdelės prisitraukia“.

„Labai puiku, labai puiku“, — pagyrė Ignas. Bet Algis norėjo dar nuodugniau klausimą išsiaiškinti. Užtat paklausė:

„Taip, bet kodėl pirmame bandyme popierėlis tuoj neatšoko?“

„Popierėlis palieka prikibęs dėl to, kad jis yra per daug menkas, ir jo atstumiančios jėgos yra mažesnės už jį prie lazdelės laikančias jėgas“, paaiškino Ignas ir dėstė toliau:

„Dabar, mielas Algi, būk labai atidus, nes aš noriu tau paaiškinti tiek elektros paslapčių, kiek težino patys tyrinėtojai“.

„Argi fizikai ne viską žino, apie elektrą?“ — paklausė nušėbęs Algis.

„Viską? Ne. Juo daugiau jie sužino, juo daugiau ir paslapčių atranda. Tačiau jie žino tiek, kad mes, paprasti fizikai, apie elektros esmę galime visiškai pakankamą vaizdą susidaryti. Tačiau tas vaizdas ilgainiui gali pasikeisti ne dėl to, kad jis būtų blogas, bet kad tyrinėtojai vis subtilesnių atradimų padaro. Tai iš viso tinka fizikams. Jie negali sakyti: „Mes žinome, kad šis reiškinyss taip ir taip vyksta!“, bet tik: „Remiantis mūsų žiniomis, yra didelė tikimybė, kad šis reiškinyss turi taip ir taip vykti“. Juo reikšmingesni buvo paskutiniųjų metų atradimai, juo didesnis buvo tyrinėtojų kuklumas. Prieš šimtą metų žmonės manė jau viską žiną. Šiandien mes matome, kad jie apie šių dienų svarbiųjų tyrimų klausimus iš viso dar neturėjo supratimo. Tačiau grįžkime prie temos!“

32 skyrius.

Elektros esmė.

„Po daugelio puikiai paruoštų ir gerai apgalvotų bandymų ir apskaičiavimų prieita tokios išvados:

Kiekviena medžiaga susideda iš nepaprastai didelio skaičiaus neįmanomai mažų dalelių. Jos vadinasi...?“

„Molekulės“, Algis neužmiršo dar.

Molekulės.

„Tos molekulės yra mažiausios dalelės, kokias tik medžiaga gali turėti. Dažniausiai medžiagos yra sudarytos iš įvairių elementų. Pvz., vanduo yra vandenilio ir deguonies junginys (H_2O). Vandens molekulę galime suardyti į sudedamąsias dalis, tačiau jos jau bus nebe vandens dalelės, bet visai kitos chemiškos medžiagos. Vandens molekulė susideda iš dviejų vandenilio atomų ir vieno deguonies atomo. (Elementai taip pat turi molekules, kurias sudaro keli lygūs atomai. Pvz., deguonies molekulė visada yra sudaryta iš dviejų deguonies atomų!). Tai- gi mažiausios materijos (medžiagos) sudedamosios dalelės yra atomai.

Bet ir atomo negalima laikyti nesudėtinu mažučiu rutuliuku. Čia turime taip įsivaizduoti: kiekvienas bet kurios medžiagos atomas (!) yra sudarytas iš teigiamai įelektrinto branduolio. Beveik visas atomo svoris glūdi branduolyje. Įvairių elementų atomai tarp savęs skiriasi branduolio didumu ir tuo pačiu jų sunkumu bei įelektravimo laipsniu.

Algis negalėjo tuo atsistebėti.

„Vadinasi, sunkusis metalas švinas, nuo lengvų vandenilio dujų tesiskiria atomo branduoliais?“ paklausė norėdamas patikrinti.

„Žinoma! Tačiau aš dar nebaigiau. Aš sakiau, kad kone visa atomo masė yra sukaupta jo branduolyje, o tik labai mažas jos likutis yra atomo elektronuose. Įsivaizduokime be galo mažas daleles, neigiamai įelektrintas, praktiškai imant, nieko nesveriančias, kurios skrieja apie branduolį, lyg planetos apie saulę. Tiesa, šis palyginimas nevisai atitinka esmę, tačiau sudaro tik apytikrį atomo vaizdą. Svarbiausia štai ką reikia įsidėmėti: jei kūnas yra neutralus (neįelektrintas), tai apie kiekvieną branduolį skrieja tiek elektronų, kad atomas turi lygiai ir + ir — elektros. Tada atomas, o tuo pačiu ir visas kūnas, yra neutralus, jei tiek pat turi ir + ir — elektros. Tiek pat + ir — vienas antro veikimą panaikina“.

Elektronai

Neįelektrinti kūnai.

„Vadinasi, būtų neteisinga sakyti, kad neutralus kūnas iš viso neturi elektros“.

„Tikrai! Kūno be elektros visai nėra! Kiekvienas atomas yra elektriškas reiškinys!“ Bet Algiui dar kažkas rūpėjo.

„Ar galima elektroną įsivaizduoti?“

„Gal palyginimas padės“, tarė Ignas. „Jei elektroną padidintume iki aguonos grūdo ir tiek pat kartų padidintume popieriaus storį, tai popieriaus storis būtų nuo žemės iki mėnulio!“

Algis net žado neteko, o Ignas dėstė toliau, lyg kasdieniškiausius dalykus:

„Mes jau matėme, kad kūnas yra neutralus, jei jo atome yra tiek elektronų, kiek reikalinga atsverti teigiamai jo branduolio elektrai. Kadangi įvairios medžiagos skiriasi savo bran-

duolio krūviais, tai, suprantama, skiriasi ir elektronų skaičiumi (neutralioje būklėje)“.

Pamažu Algis vėl atsikvošėjo ir panoro paklausti.

„Kuri medžiaga turi mažiausią atomą?“

„Vandenilis! Jo atomas susideda iš mažiausio + branduolio, „vandenilio branduolio“, ir aplink jį skriejančio vienintelio elektrono. Laikykime elektrono krūvį -1 , tai vandenilio branduolio krūvį reikės laikyti $+1$ “.

*Vandenilis
ir uranas.*

„Tai kuri medžiaga turi sunkiausią atomą?“ paklausė Algis.

„Iš gamtoje esančių medžiagų — uranas, sunkusis metalas. Apie jo branduolį skrieja 92 elektronai, kiekvienas su -1 krūvio. Tarp vandenilio elektrono ir urano elektrono nėra jokio skirtumo, tačiau jų branduoliai jau skiriasi. Urano atomas taip pat turi vieną branduolį, tik jo krūvis yra $+92$. Vadinasi, jis yra 92 kartus stipriau teigiamai įelektrintas negu vandenilio branduolys“.

„Ar jis ir 92 kartus sunkesnis?“

„Ne, jis net 238 kartus sunkesnis. Jis nėra paprastas 92 vandenilio branduolių trupinėlis; jo branduolys sudarytas gana komplikotai. Paskutiniaisiais metais surastos nesudėtingos dalelės, kurios įeina į urano branduolio sudarymą. Be vandenilio branduolio, protonu vadinamo, yra dar ir neutronai. Jie tokio pat dydžio ir sunkumo, kaip ir vandenilio branduoliai, tačiau be elektros krūvio. Taigi manoma, kad urano branduolį sudaro 92 protonai plius 146 neutronai. Iš čia ir išeina, kad jo svoris yra 238 kartus didesnis už vandenilio branduolio svorį, o jo krūvis — tik 92 kartus.

*Moderniausi
tyrimai.*

Paskutiniaisiais metais surasti teigiami elektronai. Jie turi $+1$ krūvį ir tokį pat svorį kaip elektronai. Jie vadinami pozitronais. Tačiau, mielas Algi, turiu tave nuraminti, kad visuose praktiško gyvenimo reiškiniuose, elektrotechnikoje ir kitur pakanka žinoti, kad atomas yra sudarytas iš + branduolio ir tam tikro skaičiaus aplink jį skriejančių elektronų.

Iš to seka labai svarbi išvada, kuri tinka visiems paprastiems bandymams:

Teigiamas branduolio krūvis negali būti nuo jo atskirtas.

Elektronai
gali
keliauti

Tačiau elektronai, vadinasi elektrai, gali judėti. Jie gali būti iš atomo išplėšti. Ir priešingai, apie atomo branduolį gali skrieti daugiau elektronų, negu paprastai jų skrieja (į atomą gali būti įbrukti elektronai).

Atomas yra teigiamai įelektrintas, jei jis per mažą turi elektronų.

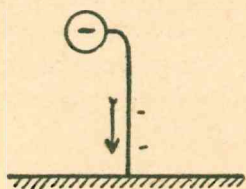
Atomas yra neigiamai įelektrintas, jei jis turi per daug elektronų.

Gamtoje yra palinkimas prie neutralios būklės, vadinasi, elektronai stengiasi taip pasiskirstyti, kad kiekvienas branduolys gautų savo skaičių.

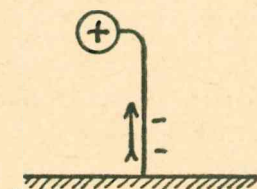
Teigiamai įelektrintas atomas stengiasi elektronus prie savęs pritraukti, o neigiamai įelektrintas atomas stengiasi juos nuo savęs atstumti.

Bet elektronai ne visomis medžiagomis gali keliauti, o tik kai kuriomis, laidininkais vadinamomis.

Geriausi laidininkai yra metalai. Žemė taip pat yra milžiniškas laidininkas. Ji turi tiek daug atomų, kad visada gali elektronus priimti arba juos atiduoti, pati pasilikdama neįelektrinta.



Pav. 71.



Pav. 72.

Neigiamai įelektrintą kūną sujunkime laidininku su žeme. Ar numanai, kas įvyks? To kūno elektronų perteklius tuojau nukeliaus žemėn. (Pav. 71). Kūnas, jį įžeminus, išsikrovė. Bet sujunkime laidininku teigiamai įelektrintą kūną su žeme, tuoj ims į jį elektronai iš žemės keliauti, jis pasidarys neįelektrintas (Pav. 72).

Anksčiau buvo klaidingai sakoma, kad teigiamas krūvis keliauja į žemę. Kadangi elektrotechnika pasisavino šį žymėjimą

mo būdą, tai ir mes dažnai sakome, kad teigiamas krūvis keliauja į žemę. Tačiau mes gerai žinome, kad tikrovėje tik elektronai keliauja — pirmu atveju į žemę, antru — iš jos.

Jei norime įelektrintą kūną palikti neišelektrintą, turime tarp kūno ir žemės padėti tokią medžiagą, kuria elektronai negali keliauti. Tokios medžiagos vadinamos *n e l a i d i n i n k a i s* (izoliatoriais). Geriausi nelaidininkai yra porcelanas, stiklas, guma, oras. Jei oras būtų laidininkas, tai žmogus nebūtų elektros reiškinių supratęs, ir visa ši sritis fizikams būtų likusi nepažįstama.

Nelaidininkai

Dabar galime suprasti, kas atsitinka, trinant kaučuko lazdelę vilna. Trinant dalis vilnos elektronų atitrūksta ir susitelkia kaučuko lazdelėje. Kadangi ji yra nelaidi, tai tie elektronai negali tuoj ranka nukeliauti į žemę. Mat, žmogaus kūnas yra taip pat laidininkas. Vilna buvo teigiamai įelektrinta. Kad taip yra iš tikrųjų, mes netrukus įrodysime atitinkamu bandymu.

Taigi, mielas Algi, šiai dienai pakaks. Dar kartą pamažu apgalvok kiekvieną dalykėlį. Tai nebus labai sunku. Svarbiausia štai kas: viską įsidėmėti! Pasakyta atsiminti ir žinoti! Tuomet daug lengviau suprasi tolimesnius klausimus. Jei tu atomo sąvoką suprasi, kaip aš ją čia išdėščiau, tai būsi pasiruošęs suprasti jau ir tokius dalykus, kaip „atomo sutriuškinimas“ arba, tikriaus sakant, atomo pasikeitimas. O modernius dalykus mes kaip tik ir norime išmokti suprasti.“

33 skyrius.

Apie krūvius ir perkūniją.

„Trumpai pakartokime“, pradėjo Ignas, „ką mes žinome apie elektros krūvius. Matėme, kad krūviai veržiasi žemėn. Priešingi krūviai stengiasi išsilyginti. Jei vienas kūnas turi per daug elektronų, o antram tiek pat jų trūksta, ir juodu yra sujungti laidininku, tai elektronai taip pasiskirsto, kad abu kūnai lieka neįelektrinti. Toliau žinome, kad vienaarūšiai krūviai vie-

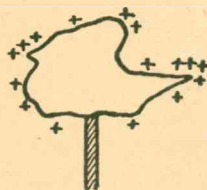
nas kitą stumia, o įvairiarūšiai traukia. Taip pat pastebėjome svarbiausią skirtumą tarp elektros ir magnetizmo. Elektromai gali keliauti, tačiau poliai geležyje lieka pastovūs.

Priartinkime neįelektrintą laidininką (pav. 73) prie įelektrinto kūno, ir elektronai atsistums. Jie susirinks kitoj laidininko pusėje, ir dėl to ta laidininko pusė bus neigiamai įelektrinta, o artimesnioji — teigiamai (pav. 74), nes ten trūksta elektronų. Tokiu būdu tarp laidininko ir įelektrinto kūno atsiranda traukos ir atsistūmimo jėgos. Pastarosios yra šiek tiek silpnesnės, nes neigiamai įelektrinta laidininko dalis yra toliau. Kaip jau žinome, neįelektrintas kūnas įelektrinto pritraukiamas. Čia mes matome pagrindinę pritraukimo priežastį: priartinus įelektrintą kūną, laidininke elektronai nevienodai pasiskirsto. Toks laidininko įelektrinimas vadinamas įelektrinimu į t a k o s keliu.

neįelektrintas



nelaidininkas



Pav. 73.

Pav. 74.

Pav. 75.

Kadangi vienu rūšiai krūviai vienas kitą stumia, tai įelektrintame laidininke jie stengiasi būti kuo toliau vienas nuo kito. Jie susirenka į tas vietas, kur laidininkas labiau išsikiša, pvz., į viršūnes (pav. 75). Jei viršūnė yra aštri, tai dalis krūvio gali pereiti į orą (žinoma, kai krūviai neigiami, tai elektronai išlekia, o kai jie teigiami, elektronai iš oro įtraukiami).

Taigi laidininko viršūnės krūvis iš dalies išsilygina su aplink jį supančiu oru.

Jei norime, kad žaibas skeltų į laidininką, reikia jį nusmailinti. Tokias smailumas randame žaibolaidžiuose, prie telegrafo stulpų, prie laivų stiebų. Laivų stiebų viršūnėse naktį kartais galime matyti šviečiant orą dėl lėto krūvių išsilydymo. Medžiai, kuriuose nėra šakų, yra geresni laidininkai ir dėl to daž-

Išlydžiai nuo
smailumų.

niau žaibo įtrenkiami, negu šakočiai. Ažuolas, vidutiniškai, yra 59 kartus dažniau įtrenkiamas negu skroblas. Medžių viršūnės palengvina oro elektrai be žaibo išsilydyti (ramus išlydis). Kad vasarą šiais laikais žaibas triskart dažniau skelia negu prieš šimtą metų, galima paaiškinti tik miškų sumažėjimu.

*Medžiai
audroje.*

Tuo būdu, mielas Algi, esame atsidūrę pačioje audroje, dėl to arčiau susipažinsime su šiuo gamtos reiškiniu. Oras ne audros metu yra beveik visada teigiamai įelektrintas. Šis oro krūvis negali išsilydyti, nes oras yra nelaidininkas. Išradėjai yra pasiūlę ore iškelti milžinišką metalinį tinklą, kuriame susirinktų oro elektra, ir palenkti ją naudingam darbui. Tačiau šis planas iki šiol nepasisekė. Kaip oro elektros auką galime paminėti vokiečių cepeliną „Hindenburg“, kuris Amerikoje nuo elektros išlydžio per vieną akimirką visas užsidegė. Manoma, kad cepelinas ore buvo stipriai įsielektrinęs. Kai tik jis baigė nusileisti, elektra kibirkštimis veržėsi į žemę ir jį padegė. Tačiau reikia pasakyti, kad šis krūvis nieko bendra neturi su perkūnija.

*Oro
elektra.*

*Orlaivis
„Hindenburg“*

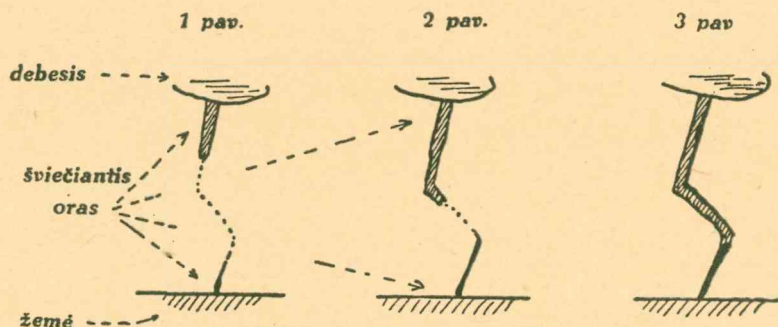
Saulei garinant vandenį (dar neištirtu būdu), atsiskiria teigiamai ir neigiamai elektros krūviai. Dėl to debesys yra stipriai įelektrinti — vieni teigiamai, kiti neigiamai. Tie krūviai stengiasi arba tarp savęs, arba su žeme išsilyginti. Tai galima tik tuomet, kai didelis karštis padaro orą nors ir blogą, bet vis dėlto laidininką. Tuomet sakoma: oras yra ionizuotas. Ir elektros išsilydymas įvyksta milžiniška kibirkštimi — žaibu“.

„Ar pasitaiko žaibų tarp dviejų debesų ir tarp debesies ir žemės?“ skubiai paklausė Algis. Mat, apie šią sritį, kur Algis visai mažai tenusimanė, Ignas kalbėjo beveik nesustodamas, ir Algis dideliu susidomėjimu, retai tepertraukdamas, klausėsi Igno. „Aišku“, atsakė Ignas. „Kiekvienas žaibas yra elektronų pertekliaus keliavimas nuo neigiamai įelektrinto debesies prie teigiamai įelektrinto, siekiant išsilyginti su žeme. Išlydžiui vykstant su žeme, gauname žaibą, kur elektronai iš debesies keliauja žemyn, arba kur jie keliauja aukštyn. O apie žaibo „nukritimą“ iš debesies negali būti nė kalbos!“

„Bet taip atrodo, lyg žaibas žemyn kristų!“ paabejojo Algis.

Kad tik taip atrodo, netrukus tai pats pamatysi. Dabar mudu išsiaiškinsime įvairias žaibų rūšis. Pirma aptarkime plokščiąją žaibą. Jis yra ne kas kitas, kaip žaibas tarp dviejų debesų, uždengtų trečiojo debesies taip, kad mes matome tik jo atspindį. Antra žaibų rūšis yra kamuoliniai, tik jie retai tepasitaiko. Jų prigimtis dar gerai neišaiškinta. Gali būti, kad jie yra šviečią vandens garų kamuoliniai sūkurių, turį stiprų krūvį. Jie nukrinta ant žemės, rieda, pridirba keisčiausių žalų (jų palietimas yra mirtingas) ir, pagaliau, su dideliu trenksmu plyšta. Trečią žaibų rūšį sudaro paprastieji skeliamieji žaibai. Jie šoka iš debesies į debesį arba į žemę mėlynos laužytos linijos pavidalu. Šios rūšies žaibas trenkia. Fotografuojant susekta, kad žaibas susideda iš pagrindinio (kuris trunka apie $\frac{1}{1000}$ sekundės) ir daugelio antraeilių žaibų. Gali būti keli pagrindiniai žaibai, tik jų keliai yra skirtingi, — tai šakoti žaibai. Žaibo kelio galuose esąs oras sušvinta. Mes matome tik švytintį orą, o elektros (vad. elektronų), aiškus dalykas, nematome.

Abu šviesos reiškiniai vis ilgėja (pav. 76 a, b), kol, pagaliau, apie 100 m viršum žemės susijungia. Žaibas prie žemės



Pav. 76.

yra toks silpnas, kad mes tematome viršutinę debesinę žaibo dalį ir dėl to mums atrodo, kad žaibas skelia žemėn.

Skėlusio žaibo kelias dažnai turi plonų linijų pavidalą, ir dėl to daiktai, į kuriuos žaibas pataiko, dėl aukštos temperatūros (apie 4000°C) užsidega arba ištirpsta (pavyzdžiui, gra-

nitais). Žaibai susiranda tuos kelius, kur elektronams lengviausia keliauti, kur pasitaiko geresnių laidininkų (žaibolaidžiai, medžiai, vanduo, atviram lauke stovįs žmogus ir kiti). Atviraime lauke geriausiai apsisaugosime atsiguldami ant žemės! Niekad nestok po lauke augančiu medžiu! Miške, jei gali, po skrob-
lu, bet niekad po ąžuolu!“

„O kuriuo būdu visų geriausia apsisaugojame nuo žaibo skėlimo?“ norėjo sužinoti Algis.

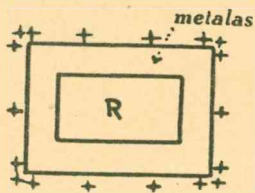
„Sakai: visų geriausia“, — pakartojo Ignas.

„Taip, pirmą mes turime dar kartą sugrįžti prie įtakos su-
pratimo. Padarykime trumpą pertrauką, o paskui aš tau papa-
sakosiu apie tai ir dar apie kai kuriuos kitus svarbius įtakos
pritaikymus.“

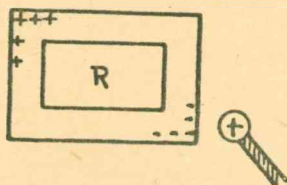
34 skyrius.

Šis tas apie Faradėjo narvą ir apie kondensatorių.

„Nori žinoti tikriausią apsaugos būdą nuo žaibo?“ pradėjo Ignas po valandėlės. „Bet pirmą mes turime dar vieną bandymą padaryti. Įsivaizduokime, kad turime iš visų pusių uždarytą metalinį narvą. Bandykime įnešti elektros krūvį į jo vidų ir įelektrinti narvo sienas iš vidaus. Įelektrintu kūnu palietus narvą iš oro pusės, elektros krūvis dėl atsistūmimo pasiskirs-
tys visame paviršiuje. Pasirodo, lygiai taip pat jis pasiskirstys, jei narvą paliesime iš vidaus (pav. 77). Bet kas bus, kai mes tik



Pav. 77.



Pav. 78.

artinsime įelektrintą kūną prie narvo. Ir šiuo atveju krūviai įtakos keliu pasiskirstys tik narvo viršutinėje pusėje (pav. 78). Vidinė tokio, Faradėjo vardu vadinamo, narvo pusė visuo-

met liks neįelektrinta. Tuo ir remiasi tikriausias būdas apsisaugoti nuo žaibo. Vadinasi, norint kurią nors patalpą apsaugoti nuo žaibo, reikia ją visiškai uždenkti metaliniu narvu. Tačiau ši priemonė retais atsitikimais tėra praktiška. Todėl dabar dažnai vietoj narvo panaudojamas metalinis tinklas. Pvz., benzino ir kitų greit užsidegančių medžiagų sandėlius nuo žaibo apsaugojame metaliniais tinklais, panašiais į teniso aikščių oro tinklus, tik tai čia tinklas turi būti ištemptas viršuj. Kartais ir namus apsaugojame retais metaliniais tinklais, juos sujungdami su metalinėmis namo dalimis ir gerai įžemindami. Nežaibolaidžio smailumas yra tikra namo apsauga, bet geras tinklas ir rūpestingas įžeminimas.“

„Tad žaibolaidžio iešmai nėra patys svarbieji dalykai?“

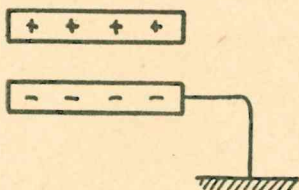
„Tikrai ne! yra daug įrengimų, kur jų visai nėra. Taip, pavyzdžiui, viršum aukštos įtampos laidų, įtempia retą, bet gerai įžemintą, vielų tinklą“.

„Tai kaip apsaugojami elektros lokomotyvai nuo žaibo skėlimo?“ norėjo Algis sužinoti. Tačiau Ignas numojo ranka ir kalbėjo toliau:

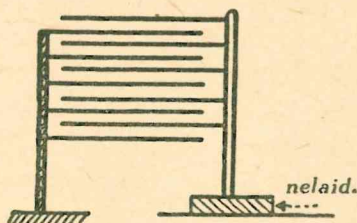
„To tu dabar dar nesuprastum. Vadinamoji apsauga nuo žaibo remiasi dalyku, apie kurį mes tik vėliau kalbėsime. O dabar grįžkime prie mūsų krūvių ir susipažinkime dar su vienu aparatu, kuris taip pat remiasi įtaka.“

Kondensatorius.

Įsivaizduokime metalinę plokštelę, paremtą nelaidininku, kad krūvis tuoj neišsilydytų. Tegul ji turi teigiamą krūvį. Bandykime dar daugiau teigiamo krūvio į ją įkrauti. Jis, kaip žinome, bus atstumtas. Dabar artinkime kitą gerai įžemintą plokštelę. Atsuktoji pusė įtakos keliu įsielektrins neigiamai, nes pritrauks elektronų iš žemės. Neigiamieji krūviai pritrauks



Pav. 79.



Pav. 80.

pirmosios plokštelės teigiamuosius krūvius taip arti, kad joje jau vėl bus vietos naujiems teigiamiems krūviams (pav. 79). Vadinasi, priartinus įžemintą laidininką prie izoliuoto ir įelektrinto daikto galima padidinti jo elektros krūvį. Aparatas, susidedas iš izoliuotos ir iš įžemintos plokštelių vadinamas kondensatorium. Praktikoje naudojamas kondensatorius sudarytas iš daugelio izoliuotų ir tiek pat įžemintų plokštelių (pav. 80). Kintamajame kondensatoriuje izoliuotas plokštes galime, daugiau ar mažiau, giliai tarp įžemintųjų įstumti. Tokiu būdu galime keisti kondensatoriaus talpumą. Šio žodžio paslaptinę reikšmę paaiškinsiu pirmai progai pasitaikius. O proga atsiras, nes mes prie kondensatoriaus dar turėsime grįžti. Tuo tarpu žinome, kad jo veikimas remiasi įtaka ir to mums šiuo momentu pakanka“.

35 skyrius.

Elektros srovė ir elektros matai.

Po kelių dienų Ignas vėl pradėjo savo darbą.

„Šiandien mes išsiaiškinsime dalyką, kurį tu dažnai savo kalboje mini, jo iš tikrųjų nesuprasdamas, būtent, elektros srovę. Bet ir čia reikia žengti visai pamažų, viską gerai apgalvojant, nes, antraip, nieko rimtai nepasisavinsi!

Mes anksčiau nuolat kalbėjome apie krūvius, tačiau apie matą jiems matuoti dar ne. Ar galima elektros krūvius matuoti kilogramais, litrais ar kitokiais vienetais?“

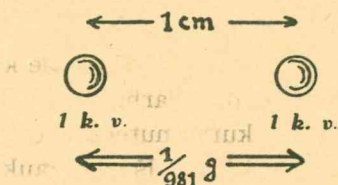
Žinoma, Algis, išgirdęs tokį klausimą, tik nusijuokė, tačiau teisingai atsakyti vis dėlto nemokėjo. Ignas suprato Algį ir kalbėjo toliau.

„Reikia susitarti, ką laikysime „krūvio vienetu“. O susitarta taip: du lygūs elektros krūviai yra dviejų vienetų mažų metalinių rutulių paviršiuje; jų atstumas 1 cm; jei juodu stumiasi $\frac{1}{981}$ g jėga (fizikoje 1 dina vadinama), tai sakoma, kad tuose rutuliuose yra po 1 elektros krūvio vieneta, sutrumpintai 1 k. v. (pav. 81). Praktikos reikalui šis vienetas yra permažas; stambesnis vienetas vadinamas kulonu; jis lygus 3 milijardams k. v. Štai jau ir mokame krūvius saikuoti.

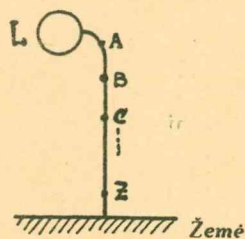
Kulonas.

Dabar, pagaliau, prie elektros srovės!

Sujunkime, pav., neigiamai įelektrintą iki šiol buvusį izoliuotą kūną laidininku su žeme, tada elektronų perteklius keliaus į žemę. Po labai mažos sekundės dalies jie jau bus prapuolę. Laidininkas vėl bus neįelektrintas, ir išviespataus „ramybė“.



Pav. 81.



Pav. 82.

Tikrovėje laidininko L elektronų perteklius tepasislinks, gal būt, laidininku tik ligi A , o prieš tai buvę elektronai apie A pasieks B , gi ten buvę pasieks C ir t.t., ir tik iš laidininko dalies apie Z atitinkamas elektronų skaičius nubėgs į žemę (pav. 82). Atrodo, lyg elektronai būtų milžinišku greičiu nulėkę laidininku. Šis tariamas elektronų greitis siekia ligi 300 000 km per sekundę. Tat reiškia: jei laidininkas būtų 300 000 km ilgio, tai, pradėjus elektronams judėti iš L į A , po 1 sekundės imtų ir Z elektronai lėkti į žemę. Tik ne tie patys elektronai atsiras apie Z , kurie prieš 1 sekundę pajudėjo iš L !“

„Kokiu gi iš tikrųjų greičiu juda elektronai?“ norėjo žinoti Algis.

„Metaluose labai pamažu, maždaug 0,1 mm per sekundę, tik šis skaičius mums dabar nesvarbus. O svarbiausia štai kas: jei laidininku taške A pradeda judėti elektronai, tai po 1 sekundės judės elektronai visame 300 000 km ilgio laidininke. Tuo būdu bus labai greit įvykdytas įsakymas žygiuoti.

Dabar, vietoje labai greito elektros išsilydymo į žemę, apsvarstykime nenutrūkstamą ir tolyginį elektronų keliavimą laidininku į vieną pusę. Kaip tatau gauti, išgirsime vėliau. Dabar tai tik įsivaizduokime. Toks nenutrūkstamas ir tolyginis elektronų tekėjimas ir vadinamas elektros srove. Palygink

tai su vandeniu. Ten taip pat nenutrūksta ir tolyginis vandens tekėjimas vadinamas srove.

Kasdieniam gyvenimui mes reikalaujame, kad elektra atliktų kokį nors darbą. Palyginkime su vandens srove, kuri atlieka darbą. Sakysime, vanduo krinta ant turbinos ratų. Ko čia būtinai reikia, kad ratas pradėtų sukis? *Palyginimas su vandeniu*

„Kritimo“.

„Teisingai! Aš vietoj to sakyčiau „aukščių skirtumo“. Žiūrėkime, kiek daug vandens ežeruose, tačiau jei vanduo negali tekėti, tai jis jokio darbo nepadaro. Bet jei padarysime kanalą vandeniui nutekėti, tai toks vanduo bus darbingas. Juo ežeras yra aukščiau virš jūros lygio (į kurią nutekėtų ežero vanduo), juo jo vanduo gali didesnę darbą atlikti. Iš ežero aukščiau virš jūros lygio galime apskaičiuoti, kiek darbo atliks jis pakeliui bėgdamas į jūrą.

Elektra taip pat gali atlikti kokį nors darbą. Turime, pvz., kurioj nors vietoj (kūne) krūvį, pvz., vieną kuloną, tai šis elektros kiekis gali atlikti darbą, jei tik mes jam leisime keliauti. Kiekvienu atveju jis čia turi tam tikrą darbingumą. Šis darbingumas (galėjimas atlikti darbą) elektroje vadinamas *Potencialas.* p o t e n c i a l u.

Tuo būdu prieiname prie labai svarbios sąvokos.

Grįžkime vėl prie vandens. Jei norime, kad vanduo tekėtų, tai turi būti dvi skirtingo jūros lygio vietos. Tas tinka ir elektrai. Jei norime, kad elektronai keliautų, vadinasi, tekėtų srovė, tai turi būti dvi skirtingo potencialo vietos (kūnai).

Vandeniui tinka šis dėsnius: jei vandens neveiksime ypatingomis jėgomis (siurbliais), tai visuomet vanduo tekės iš aukštesnės vietos į žemesnę.

Elektrai taip pat: jei nėra ypatingos įtakos, tai elektronai keliauja iš žemesnio į aukštesnį potencialą“.

„Tur būt, priešingai“, pamanė Algis. Gal Ignas bekalbėdamas apsiriko. Tačiau Ignas ne pataisė, o tik patvirtino:

„Pasakiau teisingai. Anksčiau manyta, kad teigiamas krūvis keliauja, ir dėl to tokios vietos, iš kur teigiami krūviai išeidavo, buvo pavadintos aukštesnio potencialo vietomis. Šiandien mes žinome, kad tik elektronai keliauja. Bet kad nesukeltume painiavos technikoje, mes ir šiandien tebesakome:

Elektros srovė teka iš aukštesnio potencialo į žemesnį. Ji iš tikrųjų yra elektronų tekėjimas, tik priešinga kryptimi. Palyginkime toliau. Vandens jėginėje svarbu ne vandens aukštis, palyginus su jūros lygiu, bet aukščių skirtumas tarp tvenkinio ir jėginės. Yra visiškai tas pat, ar vanduo krinta nuo 3000 m iki 2500 m ar nuo 600 m iki 100 m. Tą pat galime pasakyti ir apie elektrą. Pvz., vieno elektros kulono atliktas darbas tam tikrame kelyje pareina tik nuo pradžios ir galo potencialų skirtumo.

*Įtampa
voltais.*

Jei vandens 1 litras teka iš A į B, tai B (turbinoje) jis atliks tiek darbo, kiek atitinka s u m a ž ė j u s į jo aukštį, tariant, aukščių skirtumą. O jei elektros vienas kulonas teka iš A į B, tai jis pakeliui atlieka tokį darbą, kuris atitinka potencialų skirtumą tarp A ir B. Šis potencialų skirtumas ir yra elektros atlikto darbo matas, taigi svarbus dydis. Jis vadinamas *į t a m p a* ir matuojamas *v o l t a i s*. Ką reiškia pasakymas: tarp A ir B yra 110 voltų?“ paklausė Ignas.

„Tai reiškia, kad kulonas elektros, keliaudamas iš A į B, atlieka tokį darbą, kuris atitinka 110 voltų“.

„Teisingai! Tu jau supranti, kad pasakymas — šia vieta teka 110 voltų yra beprasmis. Lygiai kaip beprasmis yra pasakymas, kad šiuo vamzdžiu teka 110 metrų aukščių skirtumo. Vanduo teka, o aukščių skirtumas yra. Tas pat pasakyti na ir apie elektrą. Elektronai, vadinasi, srovė teka, o *į t a m p a* y r a. Prie žodžio *į t a m p a* visada turi būti žodžiai „yra“ ir „tarp“. Vietų aukščius nustatant, laikomasi tam tikro pradedamojo arba nulinio aukščio. Jis vadinamas...?“

„Jūros aukščiu“.

„Gerai. Panašiai pasielgta ir su potencialu, vieną jo reikšmę prilyginant nuliui. Tariamė, kad žemės potencialas yra nulinis. Jei laidininkas turi 100 voltų potencialą, tai reiškia, kad jo potencialas yra 100 voltų didesnis už žemės potencialą. Yra tokių vietų, kurių paviršiaus aukštis yra neigiamas, vadinasi, žemiau jūros lygio, pvz., Raudonoji jūra. Panašiai yra ir su neigiamu potencialu. Dabar mes pamatvysime, kad juo daugiau darbo turi atlikti 1 kulonas, vadinasi, tam tikras elektros kiekis, juo didesnė turi būti *į t a m p a* tarp laidininko pradžios ir galo. Pvz., kišeninių lempučių *į t a m p a* nuo 2 iki 4 voltų;

kambarinių lempų nuo 110 iki 220 voltų. Tramvajuose būna 600 voltų įtampa, o elektrifikuotų geležinkelių linijose net 150000 voltų, ir, pagaliau, labai aukštos įtampos laiduose nuo 110000 iki 380000 voltų“.

„Argi nebėra aukštesnės įtampos?“ paklausė Algis.

Tolilaidžiuose ne! Nes tokią aukštą įtampą labai sunku izoliuoti: ir dideliuose atstumuose ima šokti kibirkštys. Taip pat negalima sulaikyti elektronų, kad nepatektų į aukštos įtampos stulpus ir per juos į žemę.

Dabar susidursime dar su vienu labai svarbiu dydžiu, reikalingu apskaičiuojant srovę; jo vardą tu jau būsi girdėjęs.

Vaizdumo dėliai vėl grįžkime prie vandens. Vandens jėginės galingumas pareina ne tik nuo aukščių skirtumo, bet ir nuo litrų skaičiaus, pratekančio per sekundę. Aukščių skirtumu matuojame tik vieno litro darbą. Panašiai ir elektroje. Norėdami susekti visą darbą, kurį elektros srovė nudirbo, turime žinoti ne tik įtampą, bet ir elektros kiekį, kuris per sekundę prabėga laidininku.

Jei laidininku per sekundę prabėga vienas kulonas, tai tokį srovės stiprumą vadiname 1 amperu (1 amp., 1A).

Srovės stiprumas — amperas.

Srovę aprašant, turi būti paminėti du daviniai: srovės stiprumas (amperais) ir įtampa (voltais). Paskutinioji tarp pradžios ir galo kalbamojo laidininko.

Kad greitai neužmirštume, pakartokime, ką paskutinį kartą minėjome apie kondensatorių. Ten sakėme, kad, priartinus įžemintą plokštelę, į kūną galime įkrauti daugiau teigiamų elektros krūvių, nepadidinus tarpusavio stūmimosi.

Dabar mes galime paprasčiau pasakyti. Priartinant įžemintą plokštelę, galima laidininke daugiau prikrauti elektros, jo potencialo nepakeitus. Kondensatoriaus talpumu suprantame skaičių, kuris pasako, kiek elektros reikia sukrauti į izoliuotą plokštelę, kad jos potencialą pakeltume 1 voltu.

Kondensatoriaus talpumas 1 faradas.

Jei reikia sukrauti 5 kulonus, kad potencialą pakeltume vienu voltu, tai jis turi turėti 5 faradų talpumą. Šis vardas parinktas Faradėjui pagerbti. Mikrofaradas (MF) yra milijoninė farado (F) dalis. Kondensatorius turi 1 MF talpumą, jei jo

potencialas (tarp izoliuotos ir įžemintų plokštelių) pakilo 1 voltu, į jį sukrovus $\frac{1}{1000000}$ kulono elektros“.

„Pavadinimo „faradas“ aš dar niekur nebuvau girdėjęs“, pastebėjo Algis.

„Aš tai puikiai suprantu. Jį dažniau reikės vartoti, jei bus radijo mėgėjas. Progai pasitaikys, tą klausimą išsiaiškinsime. Tačiau dabar svarbiausias dalykas yra gerai išstudijuoti šias sąvokas: elektros srovė, srovės stiprumas, potencialas, įtampa.

Kitą kartą susipažinsime su srovės šaltiniais, tai yra aparatais, kurie duoda nenutrūkstamą tolyginę elektros srovę“.

36 skyrius.

Srovės šaltiniai — kišeninės baterijos ir akumuliatoriai.

Ši paskaita vėl buvo pradėta kai ką pakartojant. Pamažu Ignas pradėjo pasikalbėjimą apie naują medžiagą klausdamas: „Kokias sąlygas turi atitikti srovės šaltinis, kad galėtų teikti srovę?“

Algis akimirkai susimąstė. „Jis turi be pertraukos siųsti elektronus“, atsakė jis.

„Žinoma. Panašiai, kaip šaltinis be pertraukos tiekia vandenį. Bet to nepakanka. Elektronai, kaip mes žinome, turi keliauti, o tam tikslui kas yra būtina, kaip mes jau žinome?“

„Aukščių skirtumas, bet ne, potencialų skirtumas, įtampa“, pasitaisė Algis.

*Srovės
šaltinio
potiai.*

„Kad galėtų elektronai keliauti, mūsų srovės versmė turi turėti skirtingų potencialų du taškus. Ir, pagaliau, tarp tų dviejų taškų turi būti tinkamas kelias, vadinasi, laidininkas, kuriuo būtų galimas elektronų keliavimas.

*Srovės
kryptis.*

Kiekviena srovės versmė turi du skirtingus potencialų taškus, savo polius. Aukštesniojo potencialo polius vadinamas + polium, žemesniojo — polium. Elektronai keliauja nuo — poliaus į + polių. Tačiau, nenorėdami įnešti painiavos technikoje, mes dar ir šiandien tebeturime sakyti, kad srovė teka nuo + poliaus į — polių.

*Nuolatinė ir
kintamoji
srovė.*

Technikoje be tolygios, nuolat į vieną pusę tekančios srovės, dažnai sutinkama kintamoji srovė. Ji visą laiką keičia sa-

vo kryptį, pavyzdžiui, 50 kartų per sekundę. Vėliau geriau su ja susipažinsime, o tuo tarpu tirkime nuolatinę srovę.

Pirmiausia nuolatinės srovės šaltiniais laikome tuos, kuriuose elektros srovė yra sukelta cheminių reiškinių. Jie vadinami galvaniniais elementais (pagal italą Galvani, kurio pastebėjimai, betyrinėjant negyvų kūnų reiškinius, davė pagrindą italui Voltai atrasti elektros srovę).

*Galvaniniai
elementai.*

Paprasčiausias galvaninis elementas yra Voltos elementas. Jis susideda iš vario ir cinko plokštelių, įmerktų į praskiestą sieros rūgštį. Šio elemento +polius yra vario plokštelė, o cinko yra —polius (pav. 83).

„Vadinasi, tarp šių dviejų plokštelių turi būti įtampa?“ pasitikrino Algis.

„Tikrai. Ir maždaug 1 volto. Vietoj įtampos galvaniniuose elementuose dažnai girdime sakant „elektromotorinę jėgą“. Tačiau mes šio posakio vengsime, nes tai nėra jėga, o tik galėjimas darbą atlikti“.

„Iš kur elementas ima elektronus?“

„Vykstant cheminiam procesui tarp rūgšties ir metalo plokštelių. Plokštelės yra rūgšties pamažu ardomos. Šie procesai, kaip paprastai, chemijoje yra ankštai susieti su elektros reiškiniais. Mes netrukus apie tai truputį sužinosime. Kiekvienu atveju, vykstant procesui, elektronų perteklius varomas prie cinko plokštelės, vadinasi, prie —poliaus. Tuo tarpu prie +poliaus atsiranda elektronų trūkumas“.

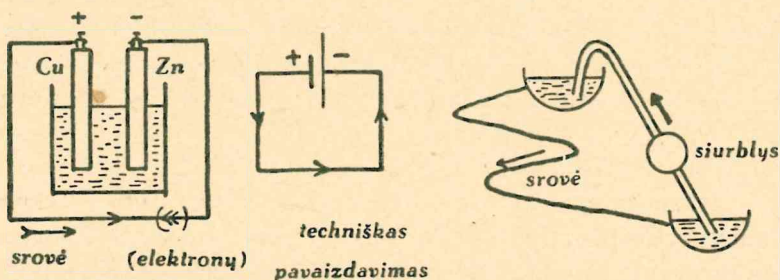
„Bet šitaip esant, elektronai galėtų vėl bematant sugrįžti, arba praskiesta sieros rūgštis yra nelaidininkas“.

„Nelaidininkas ji negali būti, nes, antraip, elektronai iš viso negalėtų keliauti. Cheminiai procesai kaip tik ir varo elektronus prie —poliaus ir neleidžia jiems atgal sugrįžti. Jei jie nori patekti į +polį, tai turi laidininku aplink apeiti ir tuo būdu jame sudaryti srovę. Šį procesą tu lengvai suprasi, jei palyginsi elementą su vandens siurbliu (tik nemišyk galvaninio elemento su cheminiais elementais).

*Srovės
versmė,
siurblys!*

Vandens siurblys, garo mašinos sukamas, varo vandenį iš apačios į viršų, vadinasi, priešingai natūraliajai jo kryptčiai. Vanduo pro siurblių pats atgal negali sugrįžti, nes siurblys nuo-

lat jį varo aukštyn. Jei norime turėti nuolatinę vandens srovę, tai reikia leisti vandeniui žemyn tekėti (pav. 84). Čia jis galės nudirbti darbą, pvz., mažą turbiną sukti. Nutekėjusį vandenį vėl siurbliu atgal pakelkime ir tuo būdu iš naujo gausime srovę. Taip pat yra ir elemente. Cheminis procesas elemente varo elektronus prie žemesnio potencialo, vadinasi, priešingai natū-



Pav. 83.

Pav. 84.

raliai jų kryptčiai. Elemente elektronai negali nukeliauti į + polių. Jei norime gauti elektros srovę, turime leisti elektronams išore keliauti nuo žemesnio potencialo į aukštesnį. Čia jie gali atlikti kokį nors darbą, pvz., kaitinti lemputę, sukti motorą. O tatai jau yra srovės grandinė“.

„Ar galvaniniai elementai yra sudaromi tik iš vario, cinko ir sieros rūgšties?“

„O ne. Yra, arba tikriau sakant, būna visokių derinių. Dažniausiai elementai daromi iš dviejų metalo plokštelių kaip polių. Taip pat randame anglies lazdelę kaip + polių. Skystimai būna gana įvairūs. Jie vadinami elektrolitais.

„Kodėl tu sakai būna, o ne yra?“

„Dėl to, kad jų daugumas šiandien nebevartojami. Taip pat Voltos elemento beveik niekur neberasi. Jo plokštelės greit chemiškai pasikeičia, ir elementas pasidaro nebenaudingas. Tik du elementai dabar yra plačiai tebenaudojami. Amoniaکو elemento + polių sudaro anglies ritinys, pripildytas mangano dvideginio su koku, o — polių — cinko plokštelė. Elektrolitu čia naudojamas koncentruotas amoniako tirpalas. Jo įtampa yra 1,4 voltai. Jis dar vartojamas naminiams elek-

tros skambučiams. Kišeninės baterijos yra taip pat amoniako elementai, kur amoniakas yra susigėręs į piuvenas, kad negalėtų išsiliesti. Kad veikimas būtų stipresnis, dažniausiai sujungiami trys tokie elementai į vieną bateriją. Minus polius yra drauge viso elemento indėlis; jis dar apvyniojamas popieriumi, kad būtų geriau apsaugotas.

*Kišeninės
baterijos.*

Akumuliatoriuje elektrolitu yra praskiesta sieros rūgštis. Jo +polius yra švino dvideginio plokštelė, o — polius švino plokštelė. Jo įtampa yra 2 voltai. Tai svarbiausias elementas, nes jį visuomet galima prikrauti, gi kiti elementai po kurio laiko išsiekvoja“.

„Kaip vyksta krovimas?“

„Iškrautu akumulatoriumi leidžiama nustatyto stiprumo ir nustatytos įtampos elektros srovė. Tada vyksta visai priešingas procesas, negu jam išsikraunant; tuo būdu akumulatorius atsinaujina“.

„Kaip ilgai laiko toks akumulatorius?“

„Kai visiškai jo neiškrauname, arba nelaikome ištisus mėnesius nenaudojamo, bet maždaug kas 4 savaites bent vieną iškrauname ir vėl prikrauname, tai jis laikys dvidešimt ir daugiau metų. Be to, retkarčiais reikia po truputį papildyti rūgštį destiliuotu vandeniu, nes ilgai vanduo išgaruoja. Ar žinai, kam technikoje panaudojami akumulatoriai?“

Algis truputį pagalvojęs tarė. „Elektriniams automobiliams, toliau nedideliems transporto vežimėliams, daug kur matomiems geležinkelių stotyse, pagaliau kiekvieno automobilio baterijoms.“

„Žinoma! Taip pat yra ir elektrinių lokomotyvų su akumulatoriais. Jie gali bėgiais važinėti be jokių laidų viršuj“.

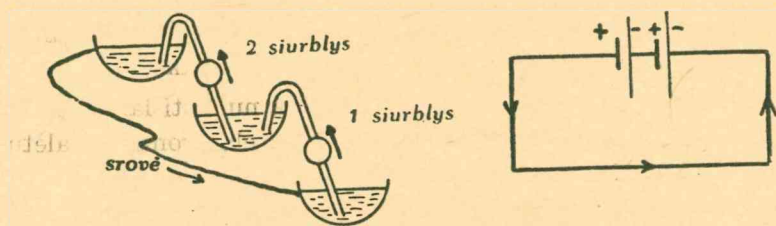
Jau anksčiau Algis turėjo vieną neišaiškintą klausimą, kurį dabar iškėlė:

„Tu sakai, kad kišeninės baterijos yra sukrautos iš trijų elementų, norint jų veikimą sustiprinti. Kuriuo būdu sukraunami trys elementai į vieną?“

„Labai malonu išgirsti šį klausimą“, pasakė Ignas. „Ne sukrauti ten trys elementai, bet sujungti. Čia mes ir pakalbėsime apie daugelio srovės šaltinių jungimo būdus. Svarstysime tik dviejų srovės šaltinių jungimą, nes kas bus pasakyta apie

*Nuoseklus
jungimas.*

du elementus, tas tiks ir didesniai jų skaičiui. Vienas jungimo galimumų yra vadinamasis nuoseklus jungimas. Taip sujungtus elementus galime palyginti su nuosekliai sujungtais vandens siurbliais. Kaip tuo būdu vanduo keliskart aukščiau užkeliamas, taip ir nuosekliai sujungti keli elementai duoda kelis kartus didesnę įtampą. Kiekvieno elemento +polius yra jungiamas su gretimo elemento — poliumi. Srovė



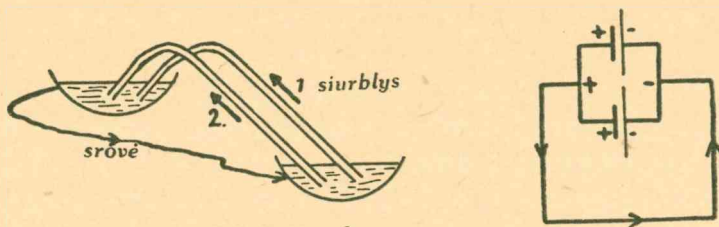
Pav.85.

teka tarp +poliaus pirmojo elemento ir — poliaus paskutiniojo (pav. 85).

*Lygiagretis
jungimas.*

Sujungiant lygiagrečiai kelis vandens siurblius, užkelsime vandens keliskart daugiau, negu užkeltume vienu siurbliu į tą patį aukštį. Panašiai ir lygiagrečiai sujungti elementai duoda tą pačią įtampą, tik kelis kartus stipresnę srovę. Visi +poliai yra prie vieno laidininko prijungti, o visi —poliai prie antro. Elektros srovė teka iš visų plus polių į visus minus polius (pav. 86).

Kelių elementų junginys vadinamas baterija“.



Pav.86.

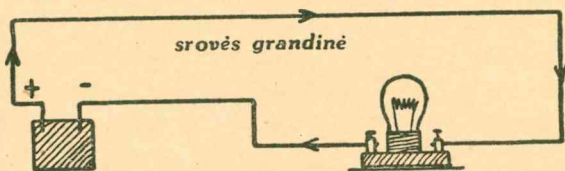
Šis tas apie elektros laidus.

Po trumpos pertraukos Ignas vėl pradėjo:

„Dabar susipažinsime su keletu įsidėmėtinų laidininkų ypatybių, tuomet mes galėsime geriau tyrinėti srovę, jos veikimą ir jos pritaikymą. Na, pasakyk, ką žinai apie elektros srovę?“

Algis įsivaizdavo elektros laidus su maža lempute ir kišnine baterija, kaip jis dažnai sustatydavo, ir atsakė:

„Iš vieno srovės šaltinio poliaus reikia nutiesti laidus į antrą. Laidai (vielos) turi būti izoliuoti, kad elektronai negalėtų nutekėti į žemę“.

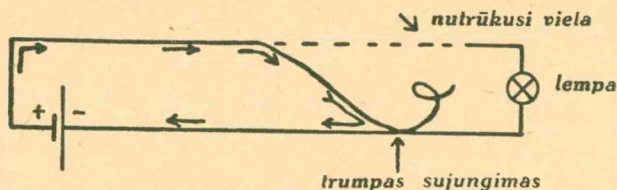


Pav. 87.

„Gerai! Žemos įtampos laidus pakankamai izoliuojame, juos apvyniodami šilku ar kita panašia medžiaga. Vidutinės įtampos laidai, šviesos laidai, yra padengiami guma. Ypatinai tai reikalinga tuo atveju, kai laidai srovei atbėgti ir nubėgti įtaisomi į švino vamzdelius.“ *Izoliavimas.*

„Kam reikalingas brangus švino vamzdis?“ paklausė Algis.

„Apsaugoti nuo drėgmės, nuo sužalojimo, nuo gaisro tais atvejais, kai vienas laidas įkaista ir t.t.“



Pav. 88.

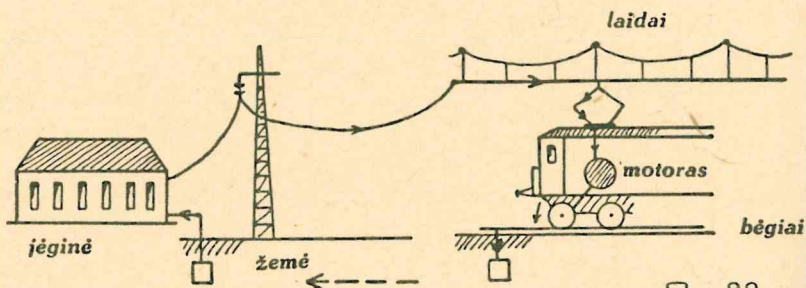
Trumpas
sujungimas.

„Kas gi tas trumpas sujungimas?“ paklausė Algis prisiminęs, kad jis yra dažna gaisro priežastis.

„Tai betarpiškas ateinančių ir grįžtančių srovės laidų sujungimas. Tada elektronai keliauja iki trumpo sujungimo vietos ir iš ten atgal (pav. 88). Dėl to pasidaro, kaip vėliau pamatysime, tokia stipri srovė, kad laidai pradeda žėrėti.

Žemė —
laidas.

Bet grįžkime vėl prie laidų. Aukštos įtampos laidai kabinami neizoliuoti ant porcelano arba stiklo izoliatorių. Aukštos įtampos laidų (kabelių) izoliavimas yra labai brangus. Norint apsaugoti nuo drėgmės, reikia juos asfaltu ir švinu aptraukti. Ir, pagaliau, prieiname prie labai svarbaus laido — ž e m ė s. Buvo rasta, kad vieną laidų galima pakeisti ž e m e. Ją panaudojame elektriniuose traukiniuose. Vienas srovės versmės polių, pvz., +polius yra sujungtas su „važiuojamuoju laidu“. Iš čia srovė teka į lokomotyvo lanką, paskui į motorą ir pro traukinio ratus bėga į bėgius ir į žemę, kuria vėl atgal grįžta į srovės versmę (pav. 89). Taigi vieni elektronai čia keliauja į žemę, o kiti tenai iš žemės, kaip mes tatai jau žinome. Laidai, kuriais srovė patenka į motorą, turi būti gerai izoliuoti, nes, antraip, srovė galėtų aplenkti motorą ir tiesiai patekti į žemę. O liečiant laidui žemę, pasidarytų trumpas sujungimas.



Pav. 89.

Dėl tos priežasties matyti ant aukštos įtampos stulpų užrašai, kuriuos tu, gal būt, nekartą esi pastebėjęs?“

„Palietimas vielų, kad ir kabančių, yra gyvybei pavojingas“, nusijuokė Algis. Tą, žinoma, jis yra dažnai matęs. Bet Ignas vis tebebuvo rimtas.

Gyvybei
pavojus.

„Isidėmėk tai visiems laikams! Neizoliuotų elektros vielų lietimas yra visada pavojingas, nes stovime ant žemės, ir srovė

gali per mūsų kūną nutekėti į žemę. Jei tu esi izoliuotas nuo žemės, tada galima laidus liesti. Taip paukščiai tupi ant aukštos įtampos laidų, ir jiems tai nekenkia. Tačiau jei jie sparno galeliu paliestų stulpą, vadinasi, susijungtų su žeme, būtų tuoj užmušti.

Čia turiu tau papasakoti tikrą baisų ir pamokomą atsitikimą. Prieš kelis metus Miunchene vienas jaunuolis nelaimės buvo ištiktas dėl to, kad jis nuo tilto pilstė vandenį ant elektrinio geležinkelio laidų. Nors šulinio vanduo yra prastas laidininkas, bet vis tik srovė galėjo vandeniui ir paskui berniuko kūnu patekti į žemę“.

„Jei jis būtų buvęs izoliuotas, pvz., būtų stovėjęs ant stiklo plokštelės, tai jam būtų nieko neatsitikę“

„Ne, iš anksto taip negalime tvirtinti, nes plokštelė turi būti sausa. Drėgmės sluoksnis ant jos paviršiaus vis tiek elektrą praleistų. Arba jei būtų jaunuolis izoliuotas, tačiau viena ranka paliestų elektros vielą, o antra įžemintą stulpą, vis tiek būtų užmuštas, nes vėl galėtų srovė juo bėgti“.

Algis dar kažko pradėjo abejoti.

„Tu sakai, kad jei stiklo plokštelė būtų drėgna, tai būtų laidi. Tai argi lyjant izoliatoriai pasidaro laidūs?“

„Žinoma, jei jie visur būtų drėgni. Dėl to ir daromi izoliatoriai varpo formos, kad dalis jų paviršiaus visada būtų nuo drėgmės apsaugota. Tik darganų metu kartais jie apsitraukia drėgme, ir tada galima girdėti izoliatoriuose kibirkštis spragsint. Žinoma, dalis srovės tada prapuola. Bet, mielas Algi, dabar tu turėsi kuriam laikui pakankamai medžiagos; jei viską gerai išmoksi, insimės tyrinėti srovės veikimą“.

Elektros srovės veikimas.

38 skyrius.

Magnetinis elektros srovės veikimas.

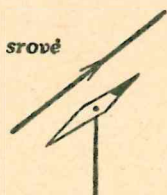
„Dabar leisime srovę“, pradėjo Ignas naują skyrių, „per visus galimus ir įvairių formų laidininkus ir stebėsime pasitaikančius reiškinius. Juos galime suskirstyti į tris grupes: mag-

netinis veikimas, šiluminis veikimas ir cheminis veikimas. Pradėsime nuo magnetinio srovės veikimo.

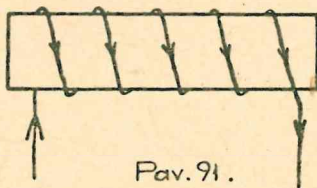
Leiskim magneto adatai nusistovėti šiaurės pietų kryptimi ir viršum jos gulsčiai ištempkime vielą, kuria gali bėgti elektros srovė (pav. 90). Vos tik įjungsime srovę, ir adatos šiaurės polius nukryps į vakarus. Pakeitus srovės kryptį, šiaurės polius nukryps į priešingą pusę. Nukrypimo linkmė pasikeis, jei vielą ištempstume apačioj adatos. Visus tuos atsitikimus galime sutraukti į taisyklę. Ji vadinama dešinės rankos taisykle; jos turinys yra šis:

*Dešinės
rankos
taisyklė.*

Jei dešinę ranką laikysime delnu viršum laidininko, po kuriuo yra magneto adata, ir elektros srovė tekės pirštų kryptimi, tai magneto adatos šiaurės polius nukryps nykščio pusėn“.



Pav. 90.



Pav. 91.

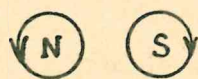
Algis išbandė tą taisyklę, pasinaudodamas liniuote kaip magneto adata, o pieštuku kaip laidu.

Tada Ignas aiškino toliau: „Kai srovė yra nestipri, vieno laido veikimas yra silpnas, tačiau jis visur randamas, kur tik teka srovė, vadinasi, kur keliauja elektronai.

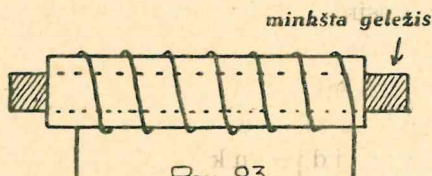
Ritė. Norint, kad srovės magnetinis veikimas būtų stipresnis, reikia laidininkui duoti ypatingą, pvz., ritės (špūlės) pavidalą (pav. 91). Kiekvieno laidininko dalis, šiaurės polių, esanti dešiniajame ritės gale, suks į dešinę, o kairiajame gale esanti pietų polių suks į kairę. Visa ritė veiks tartum magneto lazdelė, kurios galuose yra poliai“.

„Tai kuriame gale yra šiaurės polius? Ar jis taip pat surandamas pagal dešinės rankos taisyklę?“ paklausė Algis.

„Tam reikalui turime daug paprastesnę taisyklę. Ji šiaip nusakoma: „Jei žiūrėsime į vieną kurį ritės galą, tai ten turėsime šiaurės polių, kai srovė tekės prieš laikrodžio rodyklę, ir pietų polių, kai srovė tekės pagal laikrodžio rodyklę (pav. 92).



Pav. 92.



Pav. 93.

Tačiau ir tokia ritė nėra stiprus magnetas. Bet jei į ją įkišime minkštos geležies šerdį, tada magnetinės jėgos padidės šimtą ar net tūkstantį kartų. Taigi elektromagnetas yra sudarytas iš ritės, kuria bėga srovė, ir minkštos geležies šerdies. Apvijos yra arba tiesiai ant šerdies suvyniotos, arba ant vamzdžio formos pamušalo. Vielos yra izoliuotos, nes, viena prie kitos gulėdamos be izoliacijos, sudarytų trumpą sujungimą“.

*Geležies
šerdis.*

„Kuriam reikalui panaudojami tokie elektromagnetai?“ norėjo Algis sužinoti.

„Tuoju apie tai kalbėsime, tik pirma turime dar vieną svarbų klausimą išsiaiškinti.

Įsivaizduok, kad esi laively ir nori nuo baslio atsistumti. Tu darysi, lyg norėtum nuo savęs atstumti baslį. Bet jis yra tvirtai įkaltas, o tavo laivas judrus, dėl to laivas judės į priešingą pusę. Panašią sąsają turime tarp laidininko ir magneto. Pvz., laidininkas stengiasi šiaurės polių pasukti į dešinę. Tačiau jei magnetas yra nepajudinamas, o laidininkas judrus, tai jis pats sukasi į priešingą pusę.

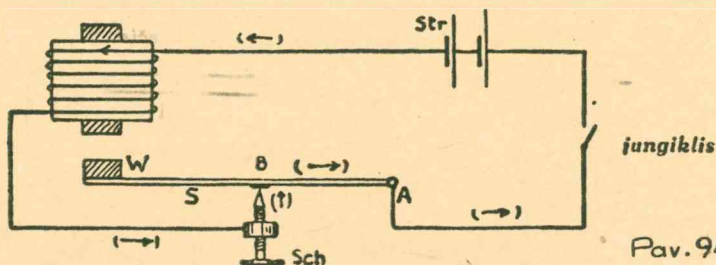
Turėdami šias žinias, jau galime pradėti pasikalbėjimą apie magnetinio veikimo pritaikymą“.

Elektrinis skambutis, rėlė, telegrafas ir matavimo instrumentai.

Kitą kartą Ignas atsinešė su savimi keletą paveikslų ir juos patiesė prieš brolių (pav. 94).

Vagnerio
plaktukas.

„Čia, mielas Algi, yra jungimo schema, vadinama Vagnerio plaktuku. Tai ne kas kita, kaip elektrinis skambutis. Įvai-



Pav. 94.

rios brėžinio dalys tau pažįstamos. Pasakyk, ką reiškia, pvz., grandinės vieta, pažymėta stačiais brūkšniais?“

„Tai srovės versmė, gal būt, du akumulatoriai!“ „Teisingai. Kairėje viršuj matyti ritė su geležies šerdimi. S yra plieno juostelė, kuri ties W laiko minkštos geležies gabalėlį ir yra pritvirtinta taške A. Antras jos galas W laisvai svyruoja ore. Paprastai plieno juostelė platinos plokšte B truputį liečia sraigtelio smailumą.“

Tegu bėga elektros srovė šiuo keliu: iš +poliaus rite, toliau sraigteliu ir per jo smailumą į platinos plokštelę B ir, pagaliau, plieno juostele per A į –polių. Bet tik įjungus srovę, tuoj ritė, kaip jau žinome, ims veikti, būtent...?“ „Ritės šerdis virs magnetu“. „O kas toliau?“ „Ji pritrauks W prie savęs“. „Bet tuomet plieno juostelė taip pat palinks ritės pusėn, ir plokštelė B atšoks nuo sraigto. O kas toliau?“

„Srovė sustos tekėjusi.“

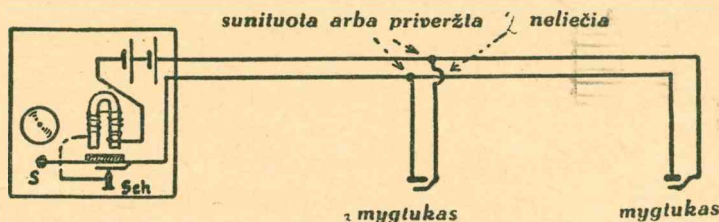
„Gerai! Be to, šoks maža kibirkštėlė. Kad plieno juostelė neištirptų, ir pritaísoma platinos plokštelė. Bet kas pasidarys su rite grandinei sutrūkus?“ „Ji išsimagnetins“. „W niekas prie ritės nebetrąks, o plieninė juostelė atsities ir sugrįš į savo buvusią padėtį. Bet tada ji vėl palies sraigtelį, ir srovė ims tekėti.“

Tuo būdu plieno juostelė visą laiką virpės. Ją prailginę ir ant galo pritaisę plaktukėlį, kuris liestų varpelį, ir turėsime elektrinį skambutį.

Elektrinis
skambutis.

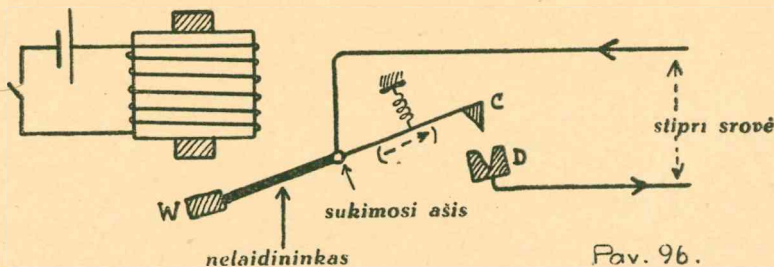
Noriu dar tau nubrėžti vieną jungimo būdą, kuris parodys, kaip galima paskambinti tuo pačiu skambučiu iš įvairių vietų (pav. 95).

Mygtukas yra paprasta elastinga skardelė, kurią paspaudę ranka paliečiame kitą skardelę ir tuo būdu sumezgame grandinę. Atleidus, ji vėl atsitiesia į savo buvusią padėtį.



Pav. 95.

Dabar išnagrinėsime brėžinį, kuris vaizduoja vadinamosios rėlės jungimo schemą (pav. 96). Rėlės vartojamos stipriai srovei įjungti ir išjungti silpnos srovės pagalba. Jos panaudojamos ten, kur aukštos įtampos jungiklio palietimas yra gyvybei pavojingas. Taip, pvz., elektriniuose lokomotyvuose srovė yra valdoma silpnos srovės pagalba.



Pav. 96.

Čia jungimas visai aiškus. Kol tik tekės silpna srovė, tol minkštos geležies gabalėlis bus pritrauktas, ir alkūnė A stovės taip, kad C liestų D ir tuo būdu leis tekėti stipriajai srovei. Suprantama, kad W turi būti pritaisytas ant izoliatoriaus. Išjungiant spyruoklė traukia alkūnę atgal“.

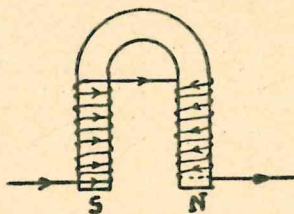
„Bet tada turi šokti didelės kibirkštys?“ klausė Algis.

„Taip, jei aukšta įtampa. Bet paprastai jungiklis yra dedamas į alyvą, o alyvoje jokios kibirkštys negali susidaryti“.

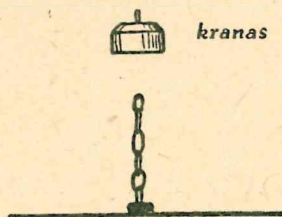
„Ar elektromagnetas niekuomet nevartojamas vietoj paprasto magneto?“

„Vartojamas. Tada jam dažniausiai duodamas pasagos pavidalas, nes toks magnetas traukia abiem poliais (pav. 97). Atrinkti senai geležiai arba geležiai iš rūdų vartojami milžiniški elektromagnetai, kranai. Nuleidžiamas magnetas ant naštos, kuri, įjungus srovę, prie magneto prikimba. Srovę išjungus, našta atkrinta. Tokie kranai magnetai turi tokią jėgą, kad gali pakelti mažą visai prie jo nepritvirtintą garvežį. Žinoma, tokių brangių daiktų nerizikuojame taip kilnoti. Sunki geležinė grandinė atsistoja ore stačia, jei virš jos yra elektromagnetinis kranas, ir jei antras grandinės galas pritvirtintas prie žemės (pav. 98). Tokia grandinė suaugęs žmogus gali lipti, visai nepakeisdamas jos įtampos.

Elektromagnetinis kranas.



Pav. 97.



Pav. 98.

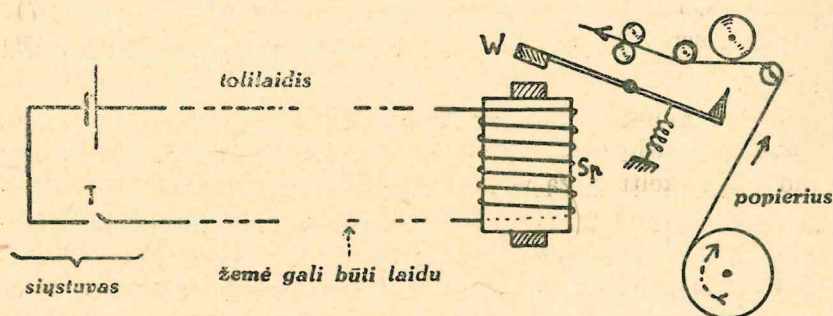
Algis visai negalėjo atsistebėti. „Ar paprastus lazdelės pavidalo magnetus gamina elektromagneto pagalba?“ norėjo sužinoti Algis.

„Tu turi galvoje permanentinius magnetus, pvz., kompas adatėles. Žinoma. Jie visi yra elektromagnetiniu būdu pagaminti.

Bet susipažinkime su dar svarbesniais elektromagneto pritaikymais. Tai telegrafas (pav. 99). Suprantama, kad mes negalime susipažinti su pačiais naujausiais aparatais, kurie telegramas atspausdina gražiais rašmenimis, bet tik su paprasčiausiuoju. Žiūrėkim į brėžinį! Kairėje yra siųstuvas. Jis susideda

Telegrafas.

tik iš srovės versmės ir raktų T, arba jungiklio, kurį prispaudę sujungiame srovę. Ši srovė eina laidais į tolį. Vėliau mes pamatysime, kad tokie tolilaidžiai nėra paprasti. Yra reikalingos sustiprinimo stotys ir kitos pagalbinės priemonės, kad galėtume telegrafuoti šimtus kilometrų. Bet, kaip sakiau, susipažinsime tik su pačiu telegrafo principu.



Pav. 99.

Tegul srovė ateina į imtuvą. Ten ritės šerdis įsimgagnetins ir pritrauks minkštos geležies gabalą W, kuris pritaisytas ant sukamos alkūnės. Kitame alkūnės gale yra pieštukas, kuris palies judančią popieriaus juostelę. Jei jis ilgiau lies popieriaus juostelę, tai parašys ilgesnį brūkšnį. Jei raktu T paleisime srovę tik trumpam laikui, tai pieštukas popieriuje tepaliks trumpą brūkšnelį (tašką).

Morzės abėcėlė.

a = — —	o = — — —	ü = . . — —
b = — . . .	p = . — — .	ch = — — — —
c = — . — .	q = — . . . —	0 = — — — — —
d = — . . .	r = . — . .	1 = . — — — —
e = .	s = ...	2 = . . — — —
f = . . — .	t = —	3 = . . . — —
g = — — .	u = . . —	4 = ... —
h = ...	v = ... —	5 = ...
i = . .	w = . — —	6 = —
j = . — — — —	x = — . . . —	7 = —
k = . — . .	y = — — — —	8 = — — — . .
l = . — . . .	z = — — — .	9 = — — — — .
m = — — —	ä = . — . . —	
n = — . .	ö = — — — —	

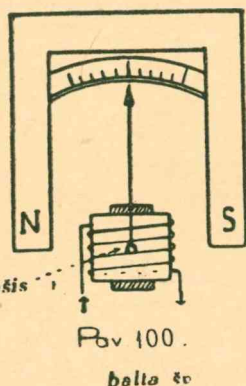
Abėcėlė.

Telegrafo principą išgalvojo Gausas ir Veberis, o abėcėlę sudarė amerikietis Morzė.“

Suprantama, kad Algis nusirašė visą abėcėlę ir pasiryžo ją mintinai išmokti. Tačiau gaila, kad tarp mintino mokėjimo ir tarp sugebėjimo, girdint atskirti Morzės ženklus, pvz., radijo aparatuose, ypatingai trumpomis bangomis, yra didelis tarpas.

Ignas šypsojosi, matydamas brolio stropumą, paskui vėl aiškino:

„Be minėtų, yra dar daug kitų ritės pritaikymų, pvz., elektriniai tramvajų iešmai, elektromotorai, apie kuriuos mes dar nuodugniau kalbėsime, ir daug kitų. Tik dar vieną pritaikymą paminėsime. Žinoma, tik principą, būtent, elektrinių matavimo instrumentų principą. Tu matei kiekvienoje jėginėje paskirstymo lentą su ampermetrais, voltmetrais. Tai instrumentai, kurių rodyklė padalijimo skalėje rodo tam tikrus dydžius. Jie yra įvairiai padaryti. Mums rūpi išsiaiškinti, kaip nustato įvairaus stiprumo srovės rodyklę ties skirtingais padalijimais. Čia esu nubrėžęs galvanometrą (pav. 100). Tarp pasaginio



Galvano-
metras.

magneto polių yra keturkampio pavidalo ritė. Tegu teka srovė taip, kaip rodo iešmutės, tai viršuj ritės pasidarys pietų polius, o apačioje — šiaurės. Pirmasis polius yra traukiamas į kairę, antrasis į dešinę, o užpakalyje įtaisyta plunksna stengsis ritę atstatyt į paprastą padėtį. Tuo būdu ritė atsistos tarp polių įžambiai. Leidžiant stipresnę srovę, ritė labiau pakryps. Pritvirtinkime prie ritės ilgą rodyklę, kuri svyruos ties lanko pavidalo skale su atitinkamai įrašytais skaičiais.

Vietoj pasaginio magneto galime pavartoti panašios formos elektromagnetą. Tokiu instrumentu galime ir kintamą srovę matuoti. Nes ne tik ritė, bet ir elektromagnete keičiasi srovės kryptis, dėl to rodyklė visada nukryps į tą pačią pusę.

Šiuo, mielas Algi, baigiame skyrelį apie magnetinį srovės veikimą, užtinkamą visur, kur keliauja elektronai. Praktiškai

stiprų veikimą gauname ritėse su geležies šerdimi, t. y. elektromagnetuose.

40 skyrius.

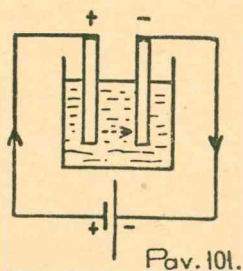
Cheminis srovės veikimas ir jo pritaikymas.

„Kitas srovės veikimas yra cheminis veikimas, arba elektrolizė“, pradėjo Ignas naują pamoką. „Elektrolizė vadiname laidininko suardymą į sudedamąsias dalis, bėgant juo elektros srovei. Priešingai magnetiniam veikimui, cheminis veikimas užtinkamas ne visuose laidininkuose.

Elektrolizė.

Pirmos eilės laidininkai ~~nesikeičia~~. Jiems priklauso visi metalai, anglis (o deimantas, priešingai, yra izoliatorius!).

Antros eilės laidininkai chemiškai keičiasi, kai jais bėga elektros srovė. Antros eilės laidininkai yra vien skysčiai. Elektros srovei privesti ir jai nubėgti vartojame du elektrodus, metalinius ar anglies. Skystis tada vadinamas elektrolitu. Jei inde yra grynas vanduo, tai srovė neteka, nes grynas vanduo yra izoliatorius. Bet ištirpinus truputį valgomos druskos, jis pasidaro laidus. Prie abiejų elektrodų išsiskiria dujų burbulėliai. Tačiau, srovę išjungus, dujų išsiskyrimas sustoja“.



„Ar ne visi skysčiai yra antros eilės laidininkai?“ paklausė Algis.

„Ne! Jau matėme, kad grynas vanduo yra izoliatorius. Šulinio vanduo yra antros eilės laidininkas, tačiau blogas, nes jame nedaug ištirpusių žemės druskų. Chemiškų medžiagų, kaip rūgščių, šarmų arba druskų, tirpiniai vandenyje yra antros eilės laidininkai. Ištirpintos nuo karščio druskos taip pat yra antros eilės laidininkai“.

„Kurios eilės laidininkas yra žmogus, pirmos, ar antros?“

„Antros eilės. Fiziologinis veikimas, t. y. srovės veikimas gryname kūne yra elektrolizė kūno celėse. Jei veikimas yra toks stiprus, kad celės suardomos, tai ištinka stiprus kūno su-

žalojimas arba ir mirtis. Stipriai ir aukštos įtampos srovei veikiant, atsiranda baisios žaizdos“.

„Kuriuos eilės laidininkas yra gyvsidabris?“ panoro sužinoti Algis.

„Žinoma, kad pirmos, nes jis metalas! Bet grįžkime prie elektrolizės. Abu elektrodai (nesumaišyti su elektronais!) dažniausiai yra metaliniai. Tačiau daugelio elektrolizės pavyzdžių elektrodai yra patys chemiškai veikiami. Tik anglies elektrodai yra paprastai neveikiami, išskyrus kai kuriuos retus atsitikimus. Į jų skaičių įeina svarbiausias praktiškas elektrolizės pritaikymas“.

„Koks, būtent?“ paklausė susidomėjęs Algis.

„Aluminio gavimas. Tik neskubėkime, bet gerai susipažinkime su elektrodais. Elektrodas, pro kurį srovė įteka, vadinamas +elektrodu (nes jis yra sujungtas su elemento +poliumi), arba a n o d u (pro anodą srovė ateina). Elektrodas, pro kurį srovė išeina, antraip sakant, pro kurį elektronai ateina, vadinamas — elektrodu, arba k a t o d u.

Iš daugelio komplikuočių bandymų šiandien mes žinome, kad rūgščių, šarmų arba druskų molekulės (ne atomai) vandenyje arba šiaip ištirpusios skyla į dvi dalis, kurių viena yra teigiamai įelektrinta, antra lygiai tiek pat stipriai neigiamai. (Šis vyksmas ne nuo elektrolizės pareina; ji užtinkame minėtų medžiagų paprastuose tirpiniuose vandeny). Tas molekulių suskilimas vadinamas d i s o c i a c i j a, o suskilusios molekulės dalys vadinamos i o n a i s.

Vanduo yra cheminis junginys, tačiau ionų nesudaro (taip pat aliejus ir kiti).

Anodas ir
katodas.

Įmerkime savo elektrodus į skystį ir leiskime tekėti srovei. Per — polių ateina elektronai katodą neigiamai įelektrins, o anodą atitinkamai +. Kadangi įvairiavardžiai krūviai vienas antrą traukia, tai +ionai (kationai) keliauja prie katodo, o — ionai (anionai) prie anodo. Kai jie ten savo krūvius atiduoda ir pasidaro laisvi, tai gali sudaryti dujų burbulėlius, arba ant elektrodų nusėsti, arba iššaukti tolimesnį cheminį procesą. Tačiau pirmiausia turi būti atiduoti krūviai. Dėl to mes stebime elektrodus, o ne iš skysčio kylančius burbulėlius. Kai

elektronų pasidaro perteklius, tai jie keliauja prie anodo, vadinasi, skysčiu teka srovė.

Elektrolizės pagalba galime vandenį (parūgštintą) suskaidyti į vandenilį ir deguonį. Tačiau vario gryninimas ir aliuminio gavimas yra svarbiausieji elektrolizės pritaikymai technikoje.

Pradėkime aliuminio gavimu. Pramonės kraštams gryną aliuminio gavimas yra svarbus dėl to, kad žaliavos yra labai daug. Po deguonies ir silicio (kvarce, vadinasi, akmenyse) aliuminis dažniausiai užtinkama medžiaga žemės paviršiuje. Jis yra molio sudedamoji dalis.

Iš molžemės paruošiamaisiais veiksmiais gaunamas grynas aliuminio deginys Al_2O_3 . Jis aliuminio krosnyje ištirpinamas ir elektrolizuojamas. Žvilgtelkime į brėžinį. Ten visos esminės dalys yra atitinkamai paženklintos“ (pav. 102).

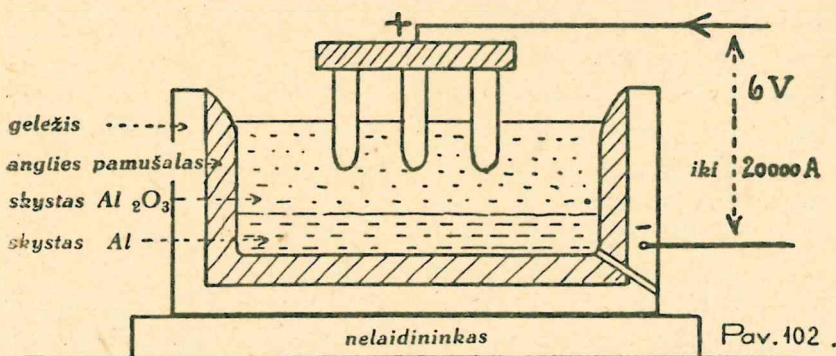
Algis atidžiai įsižiūrėjo.

„Tik 6 voltų įtampa, bet 20 000 amperų srovės stiprumo?“ paklausė jis nustebęs.

„Tikrai! Dėl to aliuminio gamybai yra reikalingos jėginės.“ „Kur tokių yra?“

„Šveicarijoj prie Šafhauzeno ant Reino krioklio, taip pat Bavarijoj prie Toegingo ir kitur“.

Aliuminio
gavimas.



„Kokiu būdu vyksta elektrolizė?“

„ Al_2O_3 suskyla į Al^{3+} ir O^{2-} ioną ir į O_3 —. Al^{3+} išsiskiria prie katodo, vadinasi, ant indo dugno. Dėl nepaprastai stiprios srovės ir Al^{3+} ir Al_2O_3 būna skysti. Tam tikrais laiko tarpais skystą

aliuminį nutekina. O₃ keliauja prie anodo ir, atidavęs savo krūvį, pasidaro laisvu deguonimi. Aukštoje temperatūroje deguonis veikia anglies stiebus ir duoda smalkes CO, panašiai kaip blogo traukimo krosnyse, kaip žinome, jos pavojingos. Dėl to anodas turi būti kartkartėmis atnaujintas“.

„Ar varis taip pat elektrolize gryninamas?“ susidomėjo Algis. Jis jau nekartą buvo skaitęs metalurgijos spaudoj apie vario žaliavą ir apie elektrolizuotą varį. Ignas ir čia jam naujų dalykų papasakojo.

Vario
gryninimas.

„Varis yra šiuo būdu gryninamas: į vario sulfato (mėlynojo akmenėlio tirpinį, kurio cheminė formulė CuSO_4) merkiama vario žaliavos plokštelė kaip anodas, o katodu imama gryno vario plokštelė. Apskritai, druskų tirpaluose metalų ionai turi teigiamus krūvius, taip pat ir CuSO_4 suskyla į —vario ionus ir — SO_4 ionus. Cu keliauja prie katodo, atiduoda jam savo krūvį ir nusėda ant jo kaip grynas varis. Taigi prie katodo vis auga gryno vario kiekis. Ionas SO_4 keliauja prie anodo ir atiduoda savo krūvį. SO_4 nesilaiko ir dėl to ardo anodą, sudarydamas su variu vėl CuSO_4 , kuris iš naujo suskyla į ionus. Tuo būdu iš anodo išplėšiamas grynas varis ir sukraunamas ant katodo. Iš šalies žiūrint atrodo, kad varis yra skystime ir stačiai srovės nuplukdomas“.

Algis truputį pagalvojęs, paklausė: „Ar visi metalų ionai yra teigiami ir ar visada jie keliauja prie katodo?“

Galvanizavimas.

„Žinoma! Tuo remiasi dideli pritaikymai technikoje. Jei kurį nors daiktą norime pavariuoti, tai jį merkiame į vario sulfato tirpinį katodu. Panašiai daiktus sidabruojame, chromuojame ir t.t. Šis metalų padengimo būdas vadinamas galvanizavimu“.

„Bet kaip panikeliuoti ar pavariuoti, kai daiktas yra nelaidus, vadinasi, negali būti pavartotas katodu?“

„Žiūrėk, kaip tu kritiškai galvoji!“ pagyrė Ignas. „Bet ir čia yra priemonių. Tada turimo daikto paviršių padengiamo plonu grafito sluoksniu, kuris yra geras pirmos rūšies laidininkas. Taip paruoštas daiktas gali būti naudojamas katodu.“

Pasitenkinkime šiais pavyzdžiais. Tu jau matei, kaip elektrolizė veikia fizikoj ir kaip praktikoj. Ši fizikos sritis, tiesą sakant, daugiau priklauso chemijai, nes visi cheminiai proce-

sai remiasi molekulių skilimu į ionus ir jų prisitraukimu dėl priešingų įelektrinimų. Tačiau mes turime skubėti. Jei teka vieno do stiprumo srovė, tai ant elektrodų kiekvieną minutę išsiskiria toks pat medžiagos kiekis. Kadangi išsiskyrusį metalo kiekį galime tiksliai pasverti, tai iš to galime apskaičiuoti srovės stiprumą. Taip elektrolizuojuant kokią nors sidabro druską, per vieną sekundę vieno ampero srovė išskiria 0,00118 g sidabro. Šie skaičiai įgalina duoti internacionalinį ampero apibrėžimą. Jis yra daug praktiškesnis, negu grynai teorinis apibrėžimas.

Kas yra
1 amperas.

Pagaliau, mokytojas Algi, kitą kartą pradėsime trečiąją srovės veikimą, apie kurią atsitiktinai jau porą kartų kalbėjome. Taip pvz., apie trumpą sujungimą arba apie skystą aliuminį dėl labai stiprios srovės. Tai bus šiluminis veikimas, kuris visada atsiranda bėgant srovei laidininku“.

41 skyrius.

Šiluminis srovės veikimas: priežastys ir techniški pritaikymai.

Po kurio laiko vėl pradėta. Ignas ėmėsi žadėtosios temos.

„Įsivaizduokime, kad sujungėme elementą trumpai, t. y. jo +polių stačiai viela sujungėme su —poliumi, neduodami srovei dirbti darbo, bėgant rite ar elektrolizės skysčiu. Šis atvejis mums primena upę, kurios neišnaudota vandens jėga nu-teka į slėnį. Kur dingsta ši vandens energija? Fizikos dėsniai (apie kuriuos dar girdėsime) sako, kad energija niekur neprapuola. Daugiausia energijos nueina ten, kur nueina riedančių ratų energija. Ji dėl trinties virsta šiluma. Aiškiai šią šilumą pastebime prie važiuojamųjų priemonių stabdžių. Panašiai, nors ir nežymiai, šiluma atsiranda visur, kur tik yra trintis. Upės vanduo taip pat trinasi į krantus ir į dugną.

Panašiai yra ir su elektros srove.

Kiekviename laidininke yra savo rūšies trintis, varža, kurią srovė turi nugalėti. Čia elektros energija virsta šiluma. Kiekvienas laidininkas, kuriuo bėga elektros srovė, išyla (šiluminis srovės veikimas).

Mes randame, kad įšilimas yra juo didesnis, juo plonesnis laidininkas. Žinių jau turime tiek, kad galime susipažinti su

Varža.

svarbiausiais šiluminio veikimo techniškais pritaikymais. Na, Algi, dabar galime abu kalbėti, ar ne?“

Algis linktelėjo galva. „Vienas pritaikymų yra elektrinis šildymas“, sušuko jis.

*Elektrinis
šildymas.*

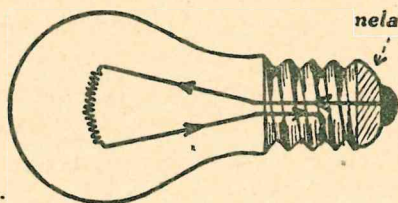
„Žinoma! Gerai išsižiūrėjęs į elektrinį šildytuvą, pastebėsi, kad jis sudarytas iš plikų metalinių vielų, suvyniotų ant apskritų arba kryžiškos formos porcelano lazdelių. Vielos imamos plikos dėl to, kad šiluma lengviau išsisklaidytų į aplinkui supantį orą. Vieloms neleidžiama įkaisti iki žerėjimo, kad jos mažiau oksiduotųsi (apdegtų). Kad daugiau elektrinės energijos virstų šiluma, vartojamos vielos iš konstantano, nes šis lydinys geriausiai atitinka tuos reikalavimus. Šildymo įrengimai dažniausiai aptaisomi skylėta skarda, kad apsisaugotume nuo palietimo. Šitoks aptaisas nekliudo šilumai išsisklaidyti.

Vos tik Ignas suspėjo baigti, kai Algis jau sugalvojo kitą elektros šiluminio veikimo pritaikymą. „Elektros lemputės!“ — sušuko jis. Jų vielelė žėri, nes ja bėga elektros srovė“.

„Tikrai taip!“ sutiko Ignas. „Tik lemputėse vielelė turi atitikti kitus reikalavimus, negu šildymo prietaise. Lempose siekiama, kad viela daugiau šviestų, kad ji būtų šviesos versmė, bet ne šilumos. Čia didesnė dalis elektrinės energijos turi virsti šviesa, bet ne šiluma. Tam reikalui vartojami sunkiai tirpstant metalai (osmis, volframas), kurie, bėgant srovei, įkaista iki žerėjimo (2000 laipsnių). Siekiant didesnio žerėjimo, dabar vielelės dirbamos spiralės pavidalo, nes tada vielelė labiau įkaista. Jei būtų deguonies, vielos tokioj temperatūroj bematant sudegtų, tai lemputės dėl to pripildomos azoto (anksčiau darydavo tuščias) (pav. 103).

*Apšvietimui
lemputės
ir jų
įtaisymai.*

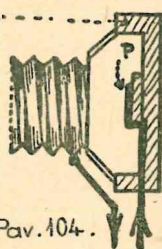
lempa



Pav. 103.

lizdas

nelaidininkas



Pav. 104.

Vienas vielos galas sujungtas su lemputės sraigto vingiais, o antras su išsikišusia metaline saga, kuri yra nuo lemputės šonų gerai izoliuota. Lemputės įsukamos į atitinkamus lizdus, kurių šonų vingiai yra sujungti su vienu versmės poliumi, o liečianti lemputės dugno sagą plokštelė P — su kitu poliumi. Atitinkamos dalys yra izoliuotos porcelanu“ (pav. 104).

„Ar visokios lempos tinka į tokius lizdus?“

„Visos tinka, nes įvairių firmų lempučių sraigtai ir lizdai turi tuos pačius išmatavimus; jie yra standartizuoti“.

„Kadangi lemputės labai įkaista, tai daug šilumos energijos veltui prapuola, ir mes turime mokėti už tą srovę, kuri nesunaudojama šviesai?“

„Gaila. Ir tie nuostoliai yra gana dideli. Dažnai paprastose lemputėse šviesai tik pusė srovės tesunaudojama“.

„Ar nėra išrasta lempų, kurios šviestų be šilumos?“

„Paprastam kambarių apšvietimui kol kas ne. Tačiau lempos, vartojamos iliuminacijai ar reklamai, yra jau nebetoli to tikslo. Tik jos nėra paprastos lemputės, bet dujų vamzdeliai, kurie, elektrai veikiant, šviečia. Suprantama, kad apšvietimo specialistai stengiasi išrasti ir panašias paprastas lemputes. Lemputės su natriu arba gyvsidabriu yra jau didelis žingsnis prie šio tikslo“.

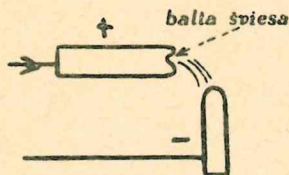
*Šviesos
reklamos.*

Algis tuo tarpu dar sugalvojo klausimą.

„Ar Voltos lankas yra ne tas pat, kaip didelės elektros lempos?“

„O, ne. Voltos lankai naudojami kaip šaltiniai labai stipriai šviesai gauti. Tas liepsnos lankas susidaro tarp dviejų anglių stiebelių, jei trumpam laikui vieną antru paliečiame ir paskui vėl atitraukiame (pav. 105)“.

*Voltos
lankas.*



Pav. 105.

„Ar nėra pavojingas trumpas sujungimas, kai akimirkai paliečiame stiebelius?“

„Žinoma, būtų, jei nebūtų įjungta varža. Anglies stiebelių galai (prie nuo-

latinės srovės —stiebelis) ima žerėti balta šviesa, temperatūra pakyla ligi 4000°C ; taip gauname iš viso aukščiausią temperatūrą, kokią tik esame pasiekę. O jei Voltos lan-

ką įtaisome labai suslėgtame ore, tai jo temperatūra gali pakilti net iki 4800°C. Tai temperatūra, kurioje anglis pradeda tirpti. Leidžiant tokios temperatūros angliui pamažu aušti, susidaro maži anglies kristalai, vadinami...?”

Bet Algis nežinojo, ką Ignas turėjo galvoje.

„Vadinami deimantais“, pabaigė Ignas.

*Dirbtinis
deimantas.*

„Dirbtiniai deimantai, kurie kaip papuošalai būtų permaži ir negražūs, bet stiklui piaustyti ir kitiems panašiams reikams nepaprastai geri.

Algiui tatau buvo naujiena. Apie dirbtinius deimantus jis dar nebuvo girdėjęs. Bet Ignas kalbėjo toliau: „Voltos lankai dabar mažai kur tenaudojami, nes jie, palyginti su elektros lempomis, yra daug kuo nepatogūs. Anglis nuolat reikia suartinėti, o kartkartėmis ir atnaujinti. Šiandien Voltos lankai, kaip šviesos versmė, dar yra kinuose, kur reikalinga labai stipri ir beveik iš vieno taško išeinanti šviesa. Šiaip, kaip šviesos versmė, jie kitur nebepasitaiko. Elektrinis šveicavimas yra taip pat ne kas kita, kaip Voltos lankas tarp dviejų metalo gabalų, kurių galai tiek įkaista, kad vienas su kitu susilydo.

Kitą posėdį“, pabaigė Ignas, „mes geriau susipažinsime su varža, vadinasi, su šiluminio veikimo priežastimi“.

42 skyrius.

Omo varža ir jos dėsniai.

„Kitą posėdį“ Ignas pradėjo teisindamasis.

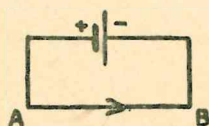
„Šiandien“, pradėjo jis, „mes iš mūsų taisyklės — kiek galint mažiau skaičiuoti, — padarysime vieną išimtį. Varžos dėsnius geriau suprasime paėmę porą pavyzdžių. Jie labiau paaiškina ir kilovatvalandos sąvoką. Neišsigąsk, tai nebus labai baisu!

Pradedant, reikia pasakyti, kad dėsniai, kuriuos išvesime, pilnai tinka tik nuolatinei srovei, o kintamai tinka tol, kol srovė nebėga rite ar panašiu aparatu.

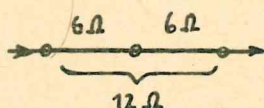
*Tik
nuolatinei
srovei.*

Įsivaizduokime, kad atliekame šį bandymą. Norint leisti srovę laidininku AB, galuose A ir B turi būti atitinkama įtam-

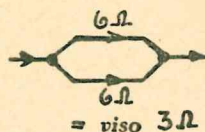
pa (pav. 106). Tegu, pvz., reikia srovės stiprumą padvigubinti (patrigubinti, paketurgubinti), tai tarp A ir B turės būti du-kart (tris kartus, keturis kartus) aukštesnė įtampa. Taigi įtampa tarp laidininko galų turi būti juo aukštesnė, juo stip-resnė srovė turi tekėti. Įtampa krinta išilgai laidininko AB. Vi-siškai panašu į vandenį. Kad vanduo tekėtų, tarp vamzdžio pra-džios ir galo turi būti aukščių skirtumas, kuris, tačiau, pranyk-sta einant išilgai vamzdžio.



Pav. 106.



Pav. 107.



Pav. 108.

Kiekvienam laidininkui galime rasti tik vieną įtampą, ku-riai esant juo tekės 1 ampero stiprumo srovė. Skaičius, rodąs reikalingąjį voltų skaičių, yra vadinamas laido varža. Jos mata-vimo vienetai vadinami omais (pagerbti vokiečių fizikui Omui (Ohm), nustačiusiam šį dėsni).

Laidininkas turi 3 omų varžą (technika tatai taip užrašo $3\ \Omega$), jei reikia jo galuose 3 voltų įtampos, norint turėti 1 am-pero stiprumo srovę.

Laidininkas turi vieno omo varžą, jei esant 1 ampero sro-vės stiprumui, įtampa krinta vienu voltu.

Omas yra 1,063 m ilgio ir 1 mm^2 skerspiū-vio gyvsidabrio gyslelės varža (esant 0°C). Šis apibrėžimas yra tarptautinis.

Omas.

Jei norime turėti 1 ampero stiprumo srovę, laidininko, tu-rinčio V omus, galuose turi būti V voltų įtampa. O norint gauti i amperų stiprumo srovę, reikia galuose turėti $i \times V$ voltų įtam-pą. Tegu tarp laidininko galų A ir B yra V voltų įtampa, jo var-ža r omų ir juo teka i amperų srovė, tai tie trys dydžiai turi atitikti $O m o$ dėsni:

$$V \text{ (voltų)} = i \text{ (amperų)} \text{ padauginti iš } r \text{ (omų)}.$$

Iš šio dėsniu eina kitas tarptautinis apibrėžimas:

Voltas yra tokia įtampa, kuri pranyksta 1 ampero srovėje 1 omo varžos laidininke.

Skubiai imame vieną pavyzdį: jei aš noriu 12 omų laidu siųsti 5 amperų srovę, tai turiu turėti...?“

„60 voltų“.

„Teisingai! O jei elektros tinklo šviesai įtampa 110 voltų, o mano lempos varža 220 omų, tai ja teka...?“

„Pusė ampero“.

„Puiku! Šis Omo dėsnis yra svarbiausias visame elektros moksle. Užtat reiktų jį gerai įsidėmėti. Bet eikime toliau. Nuo ko pareina laidininko varža?“

Algis pasidėjo įvairaus ilgio vielų ir tarė: „Pirmiausia nuo ilgio, paskui nuo vielos storio ir pagaliau nuo medžiagos, iš kurios ji padaryta, — vario ar geležies“.

„Labai gerai!“ pagyrė jį Ignas. „Tikrai, pirmiausia nuo ilgio. Viena 5 m ilgio turi penkis kartus didesnę varžą, negu 1 m ilgio tokia pat viela. Antra, reikia pasakyti, kad ne nuo storio, bet ypač nuo skerspiūvio. 3 mm² skerspiūvio (ne tas pat kaip 3 mm skersmens!) viela turi tik trečdalį varžos, kaip 1 mm² skerspiūvio viela. Ir, pagaliau, varža tikrai pareina nuo vielos medžiagos. Todėl kalbama apie vadinamąją specifinę varžą — tai varža 1 m ilgio ir 1 mm² skerspiūvio kokios nors medžiagos vielos. Tai žinant, lengva apskaičiuoti bet kokio vielos galo varžą.

Dvi vienodų skerspiūvių ir ilgių lygiagrečiai sujungtos vielos turi tokią pat varžą, kaip viena viela dvigubai didesnio skerspiūvio. Jei aš, pvz., dvi vielas po 6 omus kiekvieną nuosekliai sujungsiu, tai turėsiu 12 omų (pav. 107), tačiau jei sujungsiu lygiagrečiai, tai abiejų varža bus trys omai“ (pav. 108).

Vienas dalykas Algiui buvo dar neaiškus. „Ar visais kitais atvejais, išskyrus šildymo ir šviesos prietaisus, laidininko varža yra nenaudingas reiškinys?“

„O ne! atsakė Ignas. „Yra atsitikimų, kada varža tyčia įjungiama, kad susilpnintume srovę. Mes jau matėme, kad, turint didelę varžą ir kokią nors įtampą, galima gauti silpną srovę. Sakysime, turiu kokį nors aparatą, kurio varža yra maža, tai prieš aparatą, jei juo turi bėgti silpna srovė, įjungiu varžą.

Žinoma, varža įsildama išseikvos energijos, tačiau svarbiausias dalykas tai, kad galime leisti tokią srovę, kokia yra reikalinga“.

„Vadinasi, nėra taip, kad prieš aparatą įjungta varža su-naudotų tiek energijos, kad aparatui truputis beliktų; tariant, varžą faktiškai padeda taupyti?“

Žinoma, yra tas pat, kaip kad į vandentiekį įtaisome mažą laiduką. Aukščių skirtumas pasilieka kaip buvęs, o mes galime gauti per sekundę tokį litrų skaičių, kokį norime. Tiesa, vandentiekio rezervuare prisirenka vandens, ko nesti su elektromais. Jei mes sumažinsime srovės stiprumą, tai iš versmės keliaus mažiau elektronų ir, būtent, tiek, kiek atitiks naująją srovės stiprumą.

Tuo ir baigiame skyrelį apie varžą. Būtų galima dar daug ką pasakyti. Specialesnėse knygose apie ją galima plačiau rasti. Mums gi, kad susidarytų fizikos vaizdas, rūpi sužinoti esminiai visų sričių klausimai. Kitą kartą susipažinsime vėl su nauju dalyku, būtent, su paslaptingosios kilovatvalandos sąvoka“.

43 skyrius.

Kas yra kilovatvalanda?

„Šiandien mes vėl ne be skaičiavimų pradėsime“, tarė Ignas, pradėdamas pamoką. „Tu dar neužmiršai, ką reiškia potencialas?“

„Potencialas yra 1 kulono darbingumas“, atsakė Algis.

„Gerai! Įtampa tarp dviejų taškų A ir B mums sako, kiek darbo pagamina vienas kulonas kelyje iš A į B, o srovės stiprumas rodo, kiek laidininku prabėga kulonų per sekundę. Įtampa, padauginta iš srovės stiprumo, duoda visą per sekundę atliktą darbą. Jį vadiname...?“

„Darbas per sekundę vadinamas galia!“

„Tikrai! Taigi matai:

Srovės galia = įtampa, padauginta iš srovės stiprumo.

*Galía
(vatais).*

Padauginkime voltą iš ampero, gausime vieno vato galia. Mechanikoje vartojamas galios vienetas yra 1 AJ. Tarp tų dvie-

jų dydžių yra šis sąryšis: $1 \text{ AJ} = 736 \text{ vatai}$, iš kurio lengva vieni vienetai išreikšti kitais.

Tai galia vadinasi galėjimas per sekundę padirbti tą darbą. Jei norime ilgesnį laiką, pvz. t sekundžių, dirbti darbą, tai sudauginame galią iš t sekundžių.

Tuo būdu gauname:

*Darbas
(džauliais).*

Darbas = įtampa, padauginta iš srovės stiprumo ir iš sekundžių.

Šis darbas yra išreikštas ne kgm, bet džauliais, kur $1 \text{ kgm} = 9,81 \text{ džaulių}$. Šis skaičius čia mums nereikalingas, paminėjau jį tik dėl sąryšio. Kur kas svarbesnis 3 600 000 džaulių skaičius, nes jis reiškia vieną kilovatvalandą, kuri sutrumpintai žymima kWh. Taigi kWh yra darbo vienetas. Padalijęs įtampos, srovės stiprumo ir sekundžių sandaugą iš 3 600 000, gausi kilovatvalandų skaičių.

Elektrinę energiją paversdami į šiluminę gauname:

1 kilovatas per sekundę ($1 \text{ kW} = 1000 \text{ vatų}$) duoda 0,24 Kal.

Na, mielas Algi, tuojau apskaičiuok man vieną pavyzdį. Mūsų elektros lemputė pakelia 220 voltų įtampą ir sunaudoja 0,15 amperų. Kiek sunaudos kWh per mėnesį, jei kasdien degs po 4 val.?"

Algis pradėjo balsiai skaičiuoti:

„Įtampa, padauginta iš srovės stiprumo, duoda $220 \times 0,15 = 33 \text{ vatus}$. Per mėnesį lempa degė 30.4.60.60 sekundžių, arba 432000 sekundžių. Voltai $\times$ amperai $\times$ sekundės duoda 432000×33 . Šią sandaugą padaliję iš 3600000, gauname... — čia Algis ėmė skaičiuoti raštu — 3,96 kWh“.

„Teisingai! Taigi matai: jei elektros kaina yra 50 fenigų už 1 kwh, tai už 120 degimo valandų reikės mokėti 2 markes, o valanda nekaštuos nė 2 fng. Didelis šviesos tausojimas, kaip matome, nedaug ką tesutaupo, nes, uždegus lempą keliom minutėm, energijos išdega už mažą fenigo dalį.

Išspręsk keletą panašių uždavinių, ir geriau paašškės tas klausimas. Mat, kad galėtume skaičiuoti, reikia turėti tam tikros praktikos. Bet dabar padarykime trumpą pertrauką, o vėliau nukreipsime savo žvilgsnį į kitus dalykus“.

Srovės padariniai ir jų apgrėžimas.

„Pakartokime“, — pradėjo Ignas, — „kokius srovės padarinius mes pažįstame“.

Algis pradėjo juos skaičiuoti: „cheminiai, šiluminiai, magnetiniai padariniai!“

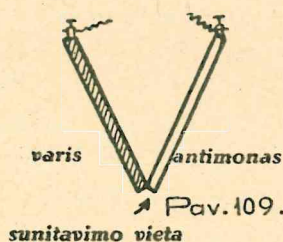
„Puiku! Vadinasi, srovė gali sukelti cheminius reiškinius, gaminti šilumą ir sudaryti magnetinį lauką“.

„Magnetinį lauką? Koks tai laukas?“

„Magneto lauku vadiname magneto aplinką, arba sritį, kur pasireiškia magnetinės jėgos. Dabar mes prieiname labai svarbų fizikos dėsni, kuris sako, kad anksčiau minėti padariniai gali būti apgrėžti. Yra cheminių reiškinių, kurie sukelia elektros srovę. Mes juos jau pažįstame?“

„Galvaniniai elementai, sakysime, kišeninės baterijos, arba akumuliatoriai“.

„Žinoma! Tai vis mums ne naujiena. Bet mes galime iš šilumos pagaminti elektros srovę. Tam reikalui vartojami ypatingi prietaisai, vadinami termoelementais. Jie sudaromi iš dviejų metalo plokštelių, geriausiai iš vario ir antimonio, kurių vieni galai sunituojami (pav. 109). Pašildžius sunituotus galus, kituose galuose atsiranda įtampa. Sujunkime juos laidininku, tai tuoj tekės silpna elektros srovė. Įtampa bus didesnė, jei kelis tokius elementus sujungsime į bateriją. Toks srovės gavimas neturi praktiškos reikšmės, tačiau matome, kad ne tik iš elektrinės energijos galime gauti šilumą, bet ir iš šilumos elektrinę energiją.“



Sujunkime juos laidininku, tai tuoj tekės silpna elektros srovė. Įtampa bus didesnė, jei kelis tokius elementus sujungsime į bateriją. Toks srovės gavimas neturi praktiškos reikšmės, tačiau matome, kad ne tik iš elektrinės energijos galime gauti šilumą, bet ir iš šilumos elektrinę energiją.

Termoelementas.

Smulkus temperatūros matavimas.

„Ar iš viso niekur negalima pritaikyti termobaterijų“.

„Technikoje ne, bet moksle taip! Termoelementų pagalba galime labai tiksliai matuoti temperatūras net iki tūkstantosios laipsnio dalies, o su geriausiais gyvsidabrio termometrais tik iki šimtosios dalies laipsnio.“

Bet eikime prie trečiojo srovės padarinio ir jo apgrėžimo. Srovė pagimdo magnetinį lauką. Kyla klausimas: ar gali mag-

netinis laukas pagimdyti srovę? Įsitikinsime, kad taip gali būti. Šis srovės kilimas iš magnetinio lauko veikimo vadinamas *į t a k a*. Technikoje ji turi labai didelę reikšmę. Dėl to nesistebėkime, kad jai ištirti mes paskirsime kelis skyrius. Pradėsime kitą kartą!“

45 skyrius.

Įtaka (Indukcija).

Pertrauka buvo trumpa. Ignas pradėjo kaip paprastai:

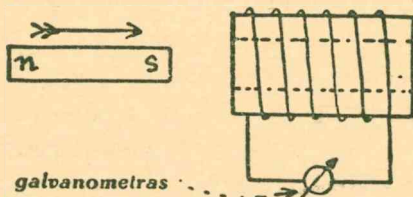
„Šiandien, rodos, žinai apie ką kalbėsime?“

„Apie įtaką, t. y. apie elektros srovės gavimą, magnetiniam laukui veikiant!“

„Gerai! Mes jau matėme, kad magnetiniai srovės padariniai yra stiprūs ir lengvai apčiuopiami tik ritėse, dėl to šių padarinių apgręžimo ieškosime ričių pagalba. Padarykime šį bandymą: abu ritės galus sujunkime su srovės matavimo instrumentu (galvanometru). Artinkime prie ritės galo kurį nors magneto polių, ir rite perbėgs srovė (pav. 110). Ritėj jokia srovė netekės, jei magneto polius bus šalia ritės ar jos viduje, bet nejudės. Ištraukiant magneto polių, vėl rite perbėgs srovė, tik priešingos krypties. Vadinasi, srovė bėga tik dėl to, kad magnetas judinamas, o ne dėl to, kad jis ten yra. Kadangi, judinant magnetą, magneto laukas ritėj kitėja (artinant stiprėja, tolinant silpnėja), tai galime padaryti šią išvadą:

Laidininke, kurio aplinkoje keičiasi magneto laukas, yra sukeliamą įtakos srovė.

Magneto
lauko
kitimas.



Pav. 110.

Antras bandymas štai ką rodo:

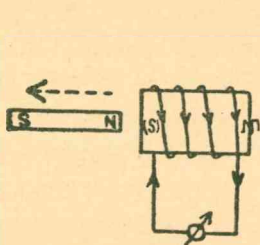
„Įtakos srovės įtampa yra juo didesnė, juo stipresnis magneto laukas ir juo greičiau jis keičiasi.

Srovė laidininku visai neteka, jei magnetinis laukas jo aplinkoje visą laiką yra vienodai stiprus. Žinoma, kad magneto laukas ritėje ir tada kitėja, jei magnetas yra nejudinamas, bet judinama ritė“.

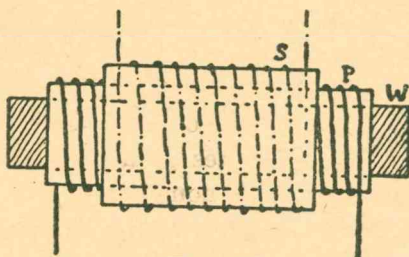
„Kokia kryptimi teka įtakos srovė“.

„Tat pareina, pirma, kurį polių, pietų ar šiaurės, mes turime, antra, ar jį artiname, ar toliname, ir, trečia, kokia kryptimi suvyniota ritėje viela. Tačiau tam reikalui turime praktišką taisyklę, kuri apima visus atvejus. Tai Lenco taisyklė. Ją šiaip nusakome: įtakos srovė visada teka taip, kad stabdo judesį, kuris sukelia įtakos srovę.

*Lenco
taisyklė.*



Pav. 111.



Pav. 112.

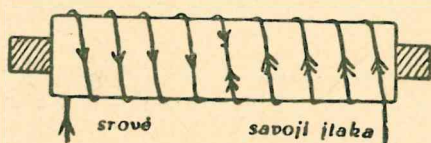
Ši dėsni patikrinsime bandymu (pav. 111): tolinkime šiaurės polių nuo čia išbrėžtos ritės. Tada kilusi įtakos srovė stengsis tą tolėjimą sulaikyti. Ji tam tikslui kairiame ritės gale sukelia pietų polių (suprantama, kad dešiniame gale tada šiaurės polių), kuris stengiasi atgal pritraukti tolėjantį šiaurės polių.

„Vietoj laizdelės pavidalo magneto, tur būt, galime artinti ir tolinti elektromagnetą?“ paklausė Algis.

„Žinoma! Ir, užuot jį judinę, galime jį palikti ritėj nejudinamą, bet srovę sujungti ir vėl išjungti (pav. 112). Iki šiol vartotą ritę vadiname antrine rite, o elektromagneto ritę pirmine. Šios ritės, kaip ir kiekvieno elektromagneto, šerdis yra minkštos geležies. Tuo būdu prieiname labai svarbų stiprių srovių technikos aparatą, vadinamą transformatoriumi. Bet prieš susipažindami su juo arčiau, dar išsiaiškinkime ypatingą įtakos rūšį, būtent savąją įtaką.

Savoji įtaka (Indukcinimasis).

„Įsivaizduokime su geležies šerdimi ritę, kurioje ką tik įjungta srovė!“ pradėjo Ignas. „Taip pat įsivaizduokime, kad vienoj ritės pusėj elektronai jau keliauja, o kitoj dar jokios srovės nėra (pav. 113). Ritės dalis, kurioj perbėgo elektros



Pav. 113.

Savosios
įtakos
srovė.

srovė, pasidarė magnetas, jo antras polius yra kitame ritės gale. Dėl to antrame ritės gale kyla įtakos srovė, kuri stengiasi panaikinti atsiradusį polių. Pagal Lenco dėsnį, ji yra įjungtajai srovei priešingos krypties. Išjungiant atsiranda tos pat krypties įtakos srovė.

Įjungiant srovę, ritėj kyla priešingos krypties savosios įtakos srovė, kuri šiek tiek nudelsia įjungtos srovės sustiprėjimą iki pilno jos stiprumo. Išjungiant, savosios įtakos srovė teka ta pačia kryptimi, kaip ir pagrindinė srovė, ir dėl to nudelsia jos išnykimą.

Kartais galime išgirsti ir ekstra srovių pavadinimą. Jos atsiranda srovę įjungiant ir išjungiant“.

„Kaip ilgai teka savosios įtakos srovė?“

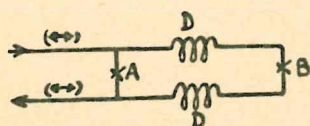
„Pirmame ir antrame atsitikime tik vieną akimirką, o šiaip — kol srovė pasiekia pilną stiprumą. Jei magnetinis laukas daugiau nesikeičia, tai ir įtakos nebėra“.

„Kur ši savoji įtaka yra pritaikoma?“

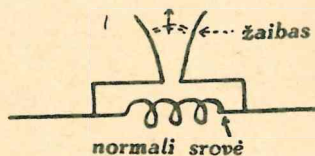
„Daugiausiai bevielio telegrafo technikoje. Ten savosios įtakos ritės taip dažnai vartojamos, kad, užuot sakę ritė, sakome tiesiog savoji įtaka. Tačiau apie tai mes tuo tarpu dar nieko nesuprastume. Pirmiausia mes patyrinėsime kitus savosios įtakos pritaikymus, būtent, slopinamąją ritę ir žaibinę apsaugą“.

„Slopinamoji ritė?“ nustebo Algis; ką ji galėtų slopinti? — pamanė jis.

„Tikrai, šis vardas kilęs nuo kintamosios srovės slopinimo. Technikoje pasitaiko, kad tais pačiais laidais tuo pačiu laiku bėga nuolatinė ir kintamoji srovė. Bet jas reikia taip išskirti, kad per aparatą B tekėtų tik nuolatinė srovė, o per A kintamoji. Tai prieš B įjungiamo slopinamąsias rites, kurių savoji įtaka yra tokia didelė, kad kintamoji srovė negali perbėgti (pav. 114). Kintamoji srovė susideda iš atskirų srovės impuls-



Pav. 114.



Pav. 115.

sų, kurių kiekvienas sukelia savosios įtakos priešingos krypties srovę. Tuo tarpu nuolatinė srovė teka netrukdoma, nes ji visą laiką teka vienodo stiprumo.

Kitas savosios įtakos pritaikymo pavyzdys yra žaibinė apsauga (pav. 115). Čia ritė sudaryta iš kelių neizoliuotos storos vario vielos įvijų. Jas galima matyti aukštos įtampos laidų stulpuose. Normali srovė ja gali bėgti beveik nepaveikdama, vadinasi, jos nuostoliai yra labai maži. Tačiau žaibas, kaip milžiniškas srovės smūgis, sukelia joje milžinišką savosios įtakos srovės smūgį, tik priešingos krypties. Tada žaibas negali eiti rite, bet šoka tarp apsaugos ragelių. Kibirkštis įkaitintas oras, o drauge su juo ir pati kibirkštis kyla tarp ragelių aukštytyn. Kibirkštis dėl to ilgėja ir pagaliau, nepavojingu būdu iš-eikvojusi energiją, nutrūksta.

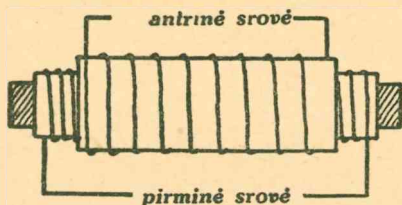
Kitą kartą mes susipažinsime su transformatoriumi, kaip svarbiausiu technikos išradimu“.

47 skyrius.

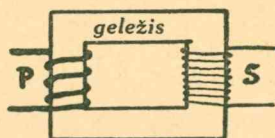
Kas yra transformatorius?

Ignas pradėjo: „Šiandien mes susipažinsime su transformatoriumi. Sudedamąsias dalis jau anąkart minėjom: elektromagnetas, vadinasi, ritė su geležies šerdimi, įkišta į kitą ritę

(pav. 116). Leiskime srovei pirmojoj ritėj (vad. pirmine rite) stiprėti arba silpnėti, tai magneto lauko stiprėjimas ir silpnėjimas antrinėje ritėje sukels įtakos srovę. Į transformatoriaus pirminę ritę leidžiame tik kintamąją srovę. Ji visą laiką keičia savo kryptį, dėl to pirminėj ritėj šiaurės polius atsiranda čia viename, čia kitame jos gale. Magneto laukas greitai ir stipriai keičiasi. Dėl to antrinėje ritėje kilusi srovė yra kintamos krypties, vadinasi, kintamoji srovė. Kintamoji srovė antrinėje ritėje keičia savo kryptį tiek pat kartų per sekundę, kiek ir pirminėje“.



Pav. 116.



Pav. 117.

„Tai kam iš viso leidžiama kintamoji srovė į transformatorių, jei vėl gauname kintamąją?“ paklausė Algis, atidžiai sekęs dėstymą.

„Tikrai tu turėjai taip paklausti“ — atsakė Ignas — „bet ir atsakymas apie transformatoriaus prasmę turės tave patenkinti. Antrinėje ritėje galiu imti įvairų įvijų skaičių. Imant daugiau įvijų, ilgės ir viela, antrinė ritė bus stipriau paveikta magnetinio lauko ir joje bus aukštesnė įtampa. Juo daugiau yra įvijų kurioj nors transformatoriaus ritėj, juo aukštesnė yra ir įtampa. Tegu pirmine rite, turinčia 50 įvijų, leidžiama 200 voltų įtampos srovė, o antrinė ritė turi 5000 įvijų, dėl to ir antrinėj yra šimtąkart didesnė įtampa, vadinasi, 20000 voltų!“

Transforma-
toriaus
tikslas.

Transformatorius įgalina duotąją kintamą srovę pakeisti kitokios įtampos kintama srove“.

„Bet įtampa reiškia darbingumą, vadinasi, energiją. O mes iš nieko negalime sukurti energijos, kaip tu kartą jau sa-
kei!“

„Tikra tiesa! Tačiau įtampa matuojame tik vieno kulono darbingumą. Kadangi transformatorius padidina įtampą, bet energijos nepakeičia, tai jam tinka šis tvirtinimas: antrinė srovė turi mažiau kulonų, vadinasi, srovės stiprumas yra mažesnis. Iš viso galime pasakyti:

Juo aukštesnė transformuojamos srovės įtampa, juo mažesnis srovės stiprumas“.

„Bet aš dabar visai nesuprantu, kam tada srovė transformuojama!“

„Tuoį patysime. Mes jau žinome, kad laidininkuose dėl jų varžos krinta įtampa. Prapuolanti įtampa $V=i \cdot r$, kur i srovės stiprumas ir r laidininko varža. Taigi matai: stipri srovė duoda didelį įtampos kritimą. Dideli miestai su dideliais skaičiais elektros lempų ir jų pramonės įrengimų pareikalautų tūkstančių amperų stiprumo elektros srovės. Jei siųstume ją tiesiai iš jėginės į toli esantį miestą, tai beveik visa įtampa prapultų toli laidžiuose. Dėl to jėginėse yra transformatorių, kurie pagamintos srovės įtampą paaukština, o srovės stiprumą pamažina. Ši silpna, bet aukštos įtampos srovė leidžiama į toli laidžius. Jų galuose, netoli nuo naudojimo vietos, srovė vėl transformuojama į paprastą 220 voltų įtampos, tačiau tūkstančių amperų srovę“.

„Kokio aukštumo įtampa esti toli laidžiuose?“ panoro sužinoti Algis.

„Yra įvairių, tačiau aukščiausia įtampa yra 380000 voltų“.

„Kodėl nevartojama dar aukštesnė, kad nuostoliai būtų dar mažesni?“

„Dar aukštesnę įtampą yra sunku izoliuoti, dėl to vėl būtų nuostolių. Jėginėse mašinoms taip pat sunku pagaminti aukštesnę įtampą, o, iš kitos pusės, lempos ir varikliuose tegalima tik žema įtampa.

Dar aš noriu paminėti, kad vietoj dviejų viena į antrą sukištų ričių gali būti ritės viena greta antros, ant bendros šerdies sumautos (pav. 117). Geležis turi tą ypatybę, kad P kilu-

si magnetinė jėga paveikia ir S, taip kad ji iš geležies niekad neišeina.

Taip, o dabar, mielas Algi, mes turime atsakyti į klausimą, kuris teknikai turi labai didelės reikšmės, būtent:

48 skyrius.

Kodėl kintamoji srovė yra svarbesnė už nuolatinę.

Atsakymas toks: mes ją galime transformuoti, o nuolatinės srovės negalime, nes ji lygiai teka, vadinasi, nesukelia kintamo magnetinio lauko. O be transformavimo gautume tokias stiprias sroves, kad įtampos nuostoliai tolilaidžiuose surytų visą jėginės energiją.

Vienintelė nuolatinės srovės geroji ypatybė yra ta, kad nuolatinės srovės mašinų veikimą galima sustiprinti akumulatoriais. Šią ypatybę turėdami galvoj, kai kurie didmiesčiai tebeturi nuolatinę srovę. Dienos metu jėginė sukurtas srovės perteklius užkrauna daug akumuliatorių, kurie, vakare esant didesniam srovės pareikalavimui, yra įjungiami, kad papildytų reikalaujamą srovės kiekį. Nuolatinė srovė dar kartais panaudojama tramvajų varikliams sukurti. Bet kitais atvejais kintamoji srovė yra pranašesnė, ypatingai ten, kur srovė turi būti toli persiųsta. Mat, kintamosios srovės įtampą galima transformuoti iki reikalingo aukščio. Dėl šių ypatybių kintamoji srovė, o su ja ir transformatorius yra svarbiausi dalykai stiprių srovių technikoje.

Vienas pavyzdys iš technikos. Žinomoji Valkeno ežero jėginė Aukštutinėj Bavarijoj transformuoja savo srovę iki 110000 voltų ir ją siunčia į aukštos įtampos transformatorius. Geležinkelių aukštos įtampos transformatoriai pakeičia ją į 15000 voltų ir siunčia elektrifikuotų geležinkelių laidais; pastebėsime, kad bėgiai, vadinasi, žemė, atstoja vieną laidą. Lokomotyvai turi savo transformatorius, kurie srovę, prieš ją leidžiant į variklius, transformuoja į žemesnę įtampą (iki 900 voltų)“.

Dūlėjanti šviesa, katodiniai ir Rentgeno spinduliai.

Kitą savaitę Ignas vėl turėjo laiko pamokyti Algį. „Šiandien mes prieiname reiškinius, kurie moderniai fizikai, o galima sakyti, kad ir tolimesniems jos tyrimams, turi nepaprastą reikšmę. Aukštos įtampos srovę, gautą transformatoriumi, leiskime dujomis, pvz., oru. Šis bandymas galimas tik turint aukštą įtampą.

Žemai įtampai oras (sausas) ir dujos yra izoliatoriai. Esant aukštai įtampai, elektra išsilydo kibirkštis pavidalu. Kibirkštis sudaro zigzago liniją, kurioje oras (įkaitęs ligi 3000°C) sušvinta. Dėl staigaus įkaitimo dujos skečiasi, ir dėl to pasigirsta garsas (griausmas). Kitas išsilydymo būdas mums jau pažįstamas, — tai ramus išsilydymas prie smailumų, pvz., prie laidų stiebų.

Voltos lankas yra taip pat išlydis oru, tik prasidedas, žinoma, po to, kai trumpam laikui suartiname anglių galus.

Praretinus orą arba dujas, paprastos kibirkštys pereina į dūlėjantį išsilydymą.

Leiskime šokti kibirkščiai tarp dviejų elektrodų, įlydytų į stiklo vamzdelio (Geislerio vamzdelio) galus. Tuo pačiu laiku siurbkime orą, kad jo slėgimas vis kristų. Pagaliau prie anodo, o taip pat ir prie katodo susidarys šviesos vainikas. Tas katodo vainikas yra labai mažas (neigiama dūlėjanti šviesa), o anodo ruožai iš pradžių tęsiasi beveik per visą vamzdį (teigiamoji dūlėjanti šviesa susidaro iš šviečiančių dujų, tai ne spinduliai!) (pav. 118). Toliau retinant dujas, teigiamoji dūlėjanti šviesa suskyla į pavienius sluoksnius ir traukiasi prie anodo atgal, kai tuo metu neigiamoji dūlėjanti šviesa išsiplečia. Vamzdelyje švitancios dujos nerodo temperatūros pakilimo. Taigi dūlėjanti šviesa, kaip aš anksčiau vieną kartą sakiau, yra pigiausia. Ji vartojama šviesos iliuminacijoms bei reklamoms.

Kibirkštys.

Geislerio
vamzdeliai.Dūlėjanti
šviesa.

*Katodiniai
spinduliai.*

Esant labai mažam slėgimui, maždaug 0,024 mm, pastebime iš katodo išeinančius spindulius. Tai jau ne šviečiančios dujos, bet kažkas išlekiąs iš katodo. Stiklo vietos, kur pataiko spinduliai, ima žalsvai spindėti (vyksta fluorescensija). Jie išlekia iš katodo paviršiaus statmenai ir sklinda tiesiomis linijomis, ligi kur nors atsimuša. Jie sudaryti iš elektronų. Jų greitis pareina nuo įtampos ir gali pasiekti iki 100000 km per sekundę (!). Be to, jie yra magneto poliaus palenkiami ir palieka šviesos pėdsakus filmos juostelėj, jei ją apšviečiame tais spinduliais. Jų užkliudomas kūnas įkaista ir neigiamai įsielektrina. Ypatingai stiprūs gaunami katodiniai spinduliai, kai katodą sudaro žėruojantis metalas. Tuo pat metu be katodinių spindulių pastebima vamzdyje dar ir kita spindulių rūšis: tai anodiniai spinduliai.

*Anodiniai
spinduliai.*

Anodiniai spinduliai išeina iš anodo ir yra sudaryti iš teigiamai (+) įelektrintų dalelių. Jų nereikia maišyti su kanaliniiais spinduliais, kuriuos taip pat sudaro + dalelės. Kanaliniai spinduliai yra susidarę iš vamzdelio dujų ir turi daug mažesnę greitį negu katodiniai spinduliai.

*Kanaliniai
spinduliai.*

Dar labiau praretinus vamzdelį dujas, nebepastebėsime elektros išlydžių, ir spinduliai pranyks. Tik esant žėruojančiam katodui, pastebėsime katodinius spindulius bet kuriame išmatuojamam oro slėgime.

*Rentgeno
spinduliai.*

Kai katodiniai spinduliai atsimuša į kokį nors kūną, tai tas kūnas ima skleisti „nematomą šviesą“, Rentgeno spindulius. Stiklas nuo jų fluorescuoja; išskyrus sunkiuosius metalus, jie prasiskverbia per visas medžiagas. Jie yra šviesos rūšis, vadinasi, nėra sudaryti nei iš teigiamų dalelių, nei iš elektronų. Kai jie krinta ant cianydų, tai medžiaga pataikytose vietose ima švitėti. Rentgeno spinduliai dar vadinami X spinduliais. Jie kenkia gyvoms ląstelėms, todėl, ilgiau jiems paveikus, gali susidaryti sunkios nudegimo žaizdos ir būti mirties priežastimi. Jie vartojami: 1) gyviems kūnams arba kokiems daiktams peršviesti, 2) gydymui, kadangi jie gali sunaikinti navikus, (pvz., vėžio ligos). Sveikos kūno dalys turi būti švinu arba kitkuo apsaugotos. Kad vidaus organus padarytume matomus, duodame valgyti košės, turinčios sunkiųjų metalų. Tada visas virškinimo kanalas gali būti aiškiai matomas.

Ydos pliene ar kitame metale, iš kurio reikalaujama didelio stiprumo, surandamos peršviečiant juos Rentgeno spinduliais. Taigi matome, kad Rentgeno spinduliai, taip pat ir katodiniai, yra ne tik praktiškai svarbūs, bet ir mokslui labai patarnauja. Jų atradėjas yra vokiečių Rentgenas. Gal būt, prie jų mes dar sugrįšime ir daugiau truputį pašnekėsime, bet tuo tarpu tie dalykai yra mums persunkūs. Dabar mes pakalbėsime apie vieną gamtos reiškinių, kurio priežastis yra spinduliavimas, ir, kaip netrukus pamatysime, labai panašus į ką tik mūsų nagrinėtąjį. Šis skyrius vadinasi:

50 skyrius.

Radiaktyvumas (Radis).

Bekerelis 1896 m. atrado, kad uranas (sunkusis metalas) veikia į fotografijos plokštelę ir ionizuoja orą (daro jį laidų). Urano spinduliavimas yra tų reiškinių priežastis. Šiandien žinomos trys tokių spinduliuojančių (radiaktingų) medžiagų grupės. Visos jos yra iš sunkiųjų metalų, kurių atomai spinduliavimo metu pasikeičia kitais sunkiais metalais. Radiaktingumas ir yra natūralus atomų pasikeitimas.

*Natūralus
atomų
pasikeitimas.*

Iš urano pamažu pasidaro radis, o iš šio, išspinduliuojant dujas, vadinamas emanacija, švinas. Panašiai skyla toris ir aktinis. Visuose šiuose skilimuose vyksta trijų rūšių spinduliavimas:

α spinduliai susidaro iš teigiamai įelektrintų dalelių, panašių į kanalinius spindulius. Jie turi tik didesnę greitį. Jie yra greit sugeriami (pakanka storo lapo popieriaus arba $\frac{1}{20}$ mm aliuminio skardos). Tie spinduliai ore pasiekia iki 8 cm.

*L. B ir γ
spinduliai.*

β spinduliai susideda, kaip ir katodiniai, iš elektronų, tik jų greitis siekia iki 290000 km per sekundę!

γ spinduliai yra labai panašūs į Rentgeno spindulius.

Daug tarpsnių pereina radis, kol iš jo pasigamina švinas (nuo normalaus radžio iki radžio F). Laikas, per kurį medžiagos spinduliavimas sumažėja per pusę, vadinamas tos medžiagos pusamžiu (urano II 2000000 metų; radžio 1700 metų; radžio A 3 minutės, o kai kurie tos medžiagos tarpsniai teturi

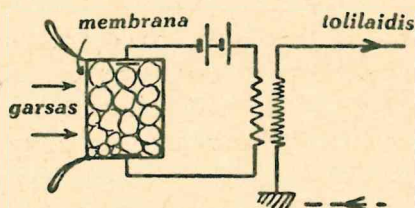
mažą sekundės dalį). Vienam gramui radžio suskylant iki radžio D tarpsnio, atsipalaiduoja tiek daug energijos, kad jos užtektų sunkų ekspreso lokomotyvą pakelti iki 10000 m. Skylant atomams atsirandęs milžiniškas kiekis energijos, tur būt, yra tos neišsemiamos saulės jėgos, susidarancios saulės gelmėse, vykstant panašioms procesams. Dėl tos priežasties, mielas Algi, šiandien daug fizikų suka galvas atomo pasikeitimo klausimais. Jais domisi ne vien dėl to, kad mokslui įdomūs vienos medžiagos pakeitimo kita klausimai, bet taip pat ir dėl to, kad atsipalaidavusią energiją gal kurią dieną bus galima praktiškai pritaikyti technikoje. Žinoma, daug metų turės praėti, kol mes tiek daug pasieksime. Tuo tarpu mums užtenka tyrinėti atomo pasikeitimą ir, kaip daugeliu atvejų yra pasisekę, patiems pakeitimus daryti. Ne tik sunkieji metalai, bet ir kitos pagrindinės medžiagos, šiandien gali būti spinduliais paverstos į kitas medžiagas. Tai puikus įrodymas, kad mūsų sudarytas atomo vaizdas yra teisingas. Vadinas, atomai skiriasi tik branduolio krūvio didumais ir jiems priklausančiais elektronų skaičiais“.

51 skyrius.

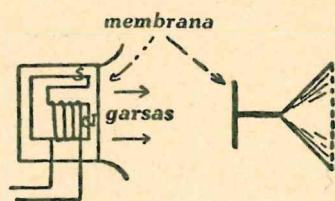
Telefonas.

Srovės padarinių ir jų apgręžimo, techniškai svarbios sąvokos, kaip transformavimas, ir kitų dalykų pakartojimas, suprantama, pareikalavo daug laiko. Tuo būdu praėjo kelios savaitės, kol Ignas ėmėsi vėl naujų dalykų.

„Šiandien susipažinsime su aparatu, kuris remiasi magnetiniu srovės veikimu ir kuris kasdieniame gyvenime turi svarbią vietą. Tai telefonas. Jame mes skirsime siųstuvą (pav. 119) ir priimtuvą (pav. 120). Siųstuvu šiandien naudojamas mik-



Pav. 119.



Pav. 120.

Pav. 121.

rofonas. Jį sudaro anglies grūdelių pripilta dėžutė, kurios priešakinė sienelė yra stipriai įtempta plieno plokštelė, vadinama membrana. Per šituos anglies grūdelius atitinkamais srovės įvadais leidžiame srovę. Kai garso banga paliečia membraną, tada ji svyruoja kartu su banga, o anglies grūdeliai tuo pačiu taktu yra stipriau ar silpniau suspaudžiami. Kintant grūdelių susispaudimui, kinta ir šios sistemos varža, o dėl to ir srovės kitėjimai atitiks garso bangos siūbavimus. Šią svyruojančio stiprumo srovę transformuojame iki pakankamos įtampos ir leidžiame ją į tolilaidžius. (Ir čia vienas laidas gali būti pakeistas žeme).

Mikrofonas.

Priimtuvė atėjusią srovę vėl transformuojame į žemesnę įtampą ir siunčiame į klausiklį. Jis sudarytas iš magneto (šiandien daugiausia pasaginio magneto), ant kurio galų pritaisytos ritės. Šis magnetas tempia prie savęs plieninę membraną, kuri įtaisyta prieš magnetą apskritame laikiklyje. Dėl to ji yra nuolat įtempta. Sakykime, kad ateinanti srovė teka per magnetų rites, tada magnetizmas dėl svyruojančios srovės bus čia sustiprintas, čia susilpnintas. Dėl tos priežasties membranos pritraukimas svyruos, o pati membrana čia daugiau, čia mažiau įlinkis. Šis judėjimas persiduos į jį supantį orą, kur susidarys garso bangos. Kadangi imtuvo membrana siūbuoja lygiai taip, kaip ir siųstuvo, dėl to gauname pakankamą siųstųjų tonų ir užesių perdavimą“.

Klausiklis.

„Ar ši membrana nerūdija?“ nukreipė pašnekėsį Algis.

„Ji yra plonai padengta laku, kuris ir apsaugo nuo rūdijimo ir izoliuoja. Izoliuotos turi būti ir mikrofono sienelės, nes, antraip, įvyktų trumpas sujungimas“.

„Kaip įvyksta automatiškas sujungimas surenkant numerius?“ Suprantama, kad tai Algiui labai rūpėjo sužinoti. Bet Ignas papurtė galvą.

„Tai mums perdaug komplikuoti klausimai! Nesuprantamas mums dar ir tas reiškiny, kad šiandien gali vykti iki 12 atskirų pasikalbėjimų tuo pačiu metu ir tais pat laidais“.

„Daug pasikalbėjimų tuo pačiu metu, ir kiekvienas girdi tik tai, ką turi girdėti?“ stebėjosi Algis.

„Žinoma! Tai vis šių laikų technikos nuopelnas. Bet tą paslaptinę reiškinį, kad vienais laidais gali kartu vykti daug

pasikalbėjimų, gal būt, kada nors tau paaiškinsiu, kai jau būsi šį tą girdėjęs apie virpančią grandinę. Iki tol turi pakentėti“.

Garsintuvas. „Ar garsintuvas taip pat padarytas kaip ir klausiklis?“ paklausė Algis.

„Visai taip! Tik prie membranos pritaisytas piltuvėlio pavidalo stiprus popierius, — jis yra pakankamai lengvas, kad gali greitai kartu su membrana virpėti ir dėl to sujudina didesnę oro kiekį (pav. 121). Šiaip garsintuvų principas yra tas pats, kaip ir klausiklių.

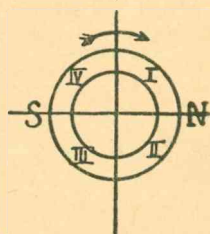
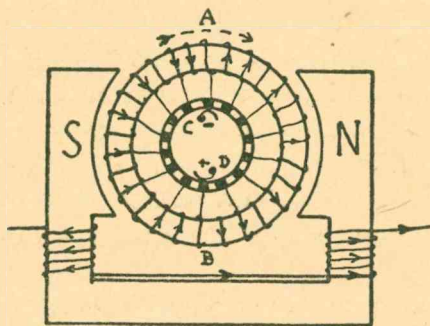
Tuo ir baigiame šį trumpą skyrių, nes kitas skyrius bus ilgesnis. Ten mes sužinosime apie mašinas, kurios gamina srovę, vadinasi, apie dinamo mašinas, arba, kaip antraip jas dar vadiname, apie generatorius“.

52 skyrius.

Generatoriai (dinamo mašinos) ir elektromotorai.

Kitą dieną vėl abu broliai sėdėjo kartu.

„Vadinasi, šiandien kalbėsime apie generatorius ir motorus!“ pradėjo Ignas.



Pav. 122.

*Nuolatinės
srovės
generatorius.*

Pirmiausia išsiaiškinsime paprasčiausią nuolatinės srovės generatoriaus modelį (pav. 122). Įsiziūrėkime į brėžinį — ten atvaizduota tokia mašina: tarp abiejų pasagos pavidalo magneto (elektromagneto) polių sukasi geležinis žiedas apie savo ašį. Tas žiedas apvyniotas nepertraukia-

ma viela. Kartu su žiedu sukasi antrās renkamasis žiedas, kuris yra sudarytas iš kita nuo kitos izoliuotų vario plokštelių. Kiekviena plokštelė yra sujungta su artimiausia didžiojo žiedo įvija. Žiedams sukantis, taškuose C ir D plokšteses liečia vadinamasis kolektorius („elektros rinkiką“).

Norėdami mašinos veikimą suprasti, įsivaizduokime didįjį žiedą (inkarą), padalytą į keturias dalis. Jei, pvz., inkaras sukasi taip, kaip rodo strėlė, tai I dalis artinasi prie šiaurės poliaus. Kas tuomet atsitinka?“

„Algis klausėsi labai atidžiai, todėl galėjo nesuklysdamas atsakyti:

„Tada inkaro įvijose kyla įtakos srovė, kuri stengiasi su-
laikyti judėjimą“.

„Teisingai! Ji stengiasi sulaikyti sukimąsi tuo būdu, kad I dalyje, atkreiptoje į šiaurės polių, sukelia taip pat šiaurės polių. Taip pat II dalis atsitolina nuo šiaurės poliaus, III dalis artėja prie pietų poliaus, o IV tolsta nuo jo. Visose keturiose dalyse atsiranda įtakos srovės, kurių kryptį galima nustatyti pagal Lenco taisyklę“.

Tai aiškindamas, Ignas padavė savo brėžinį broliui, kuris išbrėžė visose keturiose dalyse srovių kryptis taip, kaip jas matome. Tada Ignas kalbėjo toliau:

„Abiejose inkaro pusėse srovė teka iš viršaus į apačią. Elektronai abiejose pusėse keliauja į viršų taip, kad ties A ir C susidaro elektronų perteklius, kai tuo pat metu ties B ir D pasidaro jų trūkumas. Dėl to B yra teigiamai, o A — neigiamai įelektrintas. Renkamasis žiedas su savo laidais veikia taip, kad aukščiausioji vieta A visada yra sujungta su kolektoriumi C, o taip pat žemesnioji vieta B — su D. Dėl to D visada yra teigiamai įelektrinta, vadinasi, ji yra mašinos + polius, o C yra mašinos — polius.

Mes matome, kad gautoji energija ne iš nieko sukurta. Įtakos srovė visada stengiasi judėjimą sustabdyti, dėl to gauti srovei turime panaudoti jėgą“.

„Ar tų mašinų magnetai yra permanentiniai (pastovūs)?“ paklausė Algis.

„Ne, išskyrus tik labai mažas dinamas, kaip, sakysime, dviračių. Bet didelės mašinos turi elektromagnetus, kuriuos srove aprūpina pačios mašinos“.

*Magneto
likučiai.*

„Tačiau kai mašina stovi, nėra jokių magneto polių. Tai ir pradėjus inkarui suktis, neatsiras jokios srovės?“ tarė Algis.

„Visai teisingai manai! Tačiau magnetizmo likučiai poliuose pasilieka. Tie likučiai, mašinai pradedant suktis, sukelia silpną srovę, kuri sustiprina magnetus, o tie vėl srovę ir t.t. Kai magnetai yra sočiai įmagnetinti, tai didelė dalis sukurtos srovės eina į laidus ir patenka vartotojams.

*Kintamos
srovės
generatoriai.*

Kintamos srovės generatoriai taip pat remiasi įtaka, tik kitaip jie yra sujungti. Kintamos srovės mašinose sukasi vainikas (rotorius), keisdamas polius, o laidai tuo metu ramiai stovi (statorius). Čia nėra šliaužiančių kolektorių, dėl kurių kyla negeistinos kibirkštys. Tokia mašina, be to, turi turėti nuolatinės srovės mašiną, kuri maitintų magnetus.

Paprasčiausias nuolatinės srovės generatorius, kurį aš tau nubrėžiau, yra universalinė mašina. Ji be jokių pakeitimų gali būti ir nuolatinės srovės motoru (varikliu). Srovė tada įteka pro C ir išteka pro D. Pagal ritės taisyklės, atsiranda atsistūmimas ir prisitraukimas, kurie suka žiedą prieš laikrodžio rodyklės kryptį, ir dėl to žiedas sukasi tolygiai.

Bet dar ne viskas. Ši mašina tuo pat laiku gali būti ir kintamos srovės motoru. Tiesa, kiekvieną akimirką inkare pasikeičia srovės kryptis, bet tuo pat laiku pasikeičia ir magnetų poliai. Pasikeitusios srovių kryptys ir drauge su jomis poliai suks inkarą viena ir ta pačia linkme, kaip ir iki šiol.

Paleidžiant šį motorą, negalima iš karto leisti viso stiprumo srovės, dėl to reikia iš pradžių įjungti varžą. Paleidžiant motorą, sukama tam tikra rankena, kuri pamažu išjungia tą varžą, ir srovė pasiekia pilną stiprumą. Išjungimas gi turi būti atliktas kiek galima greičiau.

Dabar susipažinsime su kita stiprių srovių technikos sąvoka, kuri šiandien yra labai svarbi: tai trifazės srovės sąvoka“.

53 skyrius.

Kas yra trifazė srovė.

„Trifazės srovės mašinos“, pradėjo Ignas savo aiškinimą, *Trifazė srovė.*
„yra trijų kintamos srovės generatorių sujungimas į vieną. Jos gamina tris kintamas sroves. Dėl tos priežasties mes matome tris aukštos įtampos laidus. Visoms trimis srovėms sugrįžti laidus pakeičia žemė. Bet kurią tų kintamų srovių galime vartoti atskirai, jos yra paprastos kintamosios srovės. Todėl jėginėse dažniausiai randamos trifazės srovės mašinos.

Būna atsitikimų, kad visos trys srovės yra tuo pačiu laiku naudojamos. Visas tris kartu vadiname trifaze srove. Taip pat yra trifazės srovės motorų, kurių sukamosios dalys neturi jokių šliaužiančių kontaktų. Kadangi tokie motorai be įžeminimo laidų turi dar tris vienas nuo kito izoliuotus laidus, tai važiuojamosioms priemonėms visai netinka, nors ir galėtų išvystyti labai didelį greitį, (pvz., Zymensas Berlyne 1910 m. trifaze srove varomu vežimu pasiekė 220 km greitį per valandą). Kai kuriais atvejais trifazės srovės motorai yra nepaprastai tinkami, bet dėl savo paprastumo kintamoji srovė elektrotechnikoje yra labiausiai vartojama.

Tuo baigiame apie elektros srovę, o kitą kartą išsiaiškinsime paslaptinę elektromagnetinę bangą“.

Elektromagnetinės bangos.

54 skyrius.

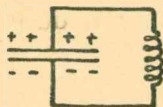
Virpanti grandinė.

Nekantriai Algis laukė tos dienos, kada bus kalbama apie radijo siųstuvus, nes jis labai norėjo apie juos šį tą sužinoti.

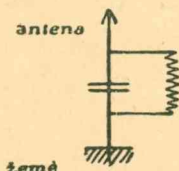
Pagaliau Ignas pradėjo:

„Jei mes norime susidaryti bevielio telegrafo vaizdą, tai pirmiausia turime susipažinti su kai kuriomis jo sudedamosiomis dalimis. Pradėsime nuo virpančios grandinės. Ji susideda iš kondensatoriaus ir ritės (savosios įtakos) (pav. 123). Pirmą akimirką viršutinė kondensatoriaus plokštelė yra teigiamai *Virpanti grandinė.*

įelektrinta, o apatinė neigiamai. Kadangi plokštelės yra sujungtos per ritę, tai srovės išlydis įvyksta smūgio pavidalu. Šis srovės smūgis sukelia ritėje magnetinį lauką, kuris, srovei greit pranykstant, pranyksta ir pats. Nyksta magnetinis lau-



Pav. 123.



Pav. 124.

kas sukelia tos pat krypties savosios įtakos srovę; dėl to apatinė plokštelė lieka teigiamai įelektrinta, o viršutinė — neigiamai. Kas toliau vyks, manau, kad tu pats išpėsi?“

„Turėsime tokį pat vyksmą, tik priešingos krypties!“ spėjo Algis.

„Žinoma! Srovės smūgis tada seks iš apačios į viršų. Jam baigiantis, nyksta magnetinis laukas sukels tos pačios krypties savosios įtakos srovę, kuri vėl teigiamai apkraus viršutinę plokštelę ir tuo būdu grąžins pradžioje buvusią padėtį. Tai gi krūvis šioj virpančioj grandinėj virpės šen ir ten. Vieno tokio suvirpėjimo šen ir ten laikas pareina nuo grandinės talpumo ir savosios įtakos; vidutiniškai jis trunka nuo $\frac{1}{100\,000}$ iki $\frac{1}{10\,000\,000}$ sekundės. Panaudojant kintamą kondensatorių, virpančią grandinę galima taip nustatyti, kad joje virpėjimas kartotųsi norimą kartų skaičių per sekundę.

„Ar tas krūvis virpančioj grandinėj virpa ir virpa nepaliaujamai, ligi nutraukiama grandinė?“

„O ne! Po kelių tūkstančių suvirpėjimų, o tai trunka tik apie $\frac{1}{1000}$ sekundės dalį, visa energija dėl laidininko varžos virsta šiluma. Virpėjimų skaičius yra toks didelis ir taip neišivaizduojamai greit įvyksta, kad mūsų smegenys nepajėgia jo sekti. Jei norime turėti nuolatinę virpančią grandinę, turime tam tikrais laikotarpiais aprūpinti ją naujais krūviais. (Palyginimas: jei norime, kad varpas nuolat skambėtų, turime jį kartkartėmis sutrenkti). Virpančios grandinės sužadintoju gali būti kintamoji srovė, kurios kitėjimų skaičius neturi nieko bendro su virpančios grandinės virpėjimų skaičiumi. (Palygi-

nimas: varpo tonas visai nepareina nuo to, kiek kartų per sekundę jį sutrenkiame.)“.

„Ar kiekvienas naujas kondensatoriaus pakrovimas kintamos srovės smūgiu sukelia grandinėje kelis tūkstančius virpėjimų?“ pasitikrino Algis.

„Tikrai taip! Kiekvienas naujas sužadinimas duoda visą eilę grandinės virpėjimų.“

Apatinę kondensatoriaus plokštelę sujunkime su žeme, o *Antena.* viršutinę su laisva viela (antena). Ši, panašiai kaip ir viršutinė kondensatoriaus plokštelė, įsielektrina čia teigiamai, čia neigiamai, vadinasi, aplyginus su žeme pakaitomis, įgija čia teigiamą čia neigiamą potencialą.

Tomis žiniomis apsirūpinę, dabar susipažinsime su „elektrinių bangų sąvoka“.

55 skyrius.

Kas yra elektromagnetinės bangos.

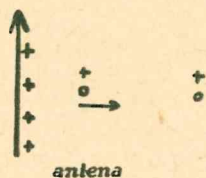
„Pasiklauskime“, pradėjo Ignas, „kas yra iš viso elektros, arba, tikriau sakant, elektromagnetinės bangos. Reikia pripažinti, kad elektromagnetinės bangos yra painus magnetinių ir elektrinių jėgų vieny su kitomis susipynimas, kuriam išaiškinti neužtenka mūsų turimų kuklių žinių. Tad aš atsisakau visiško griežtumo ir mieliau tau nubrėšiu suprastintą ryškų vaizdą, kuris, be abejo, žiūrint iš moksliškos pusės, turės daug trūkumų. Bet jis turi tą gerą pusę, kad tuo būdu suprasime čia vartojamą bangos sąvoką.“

*Pagalbinis
paaiškinimas.*

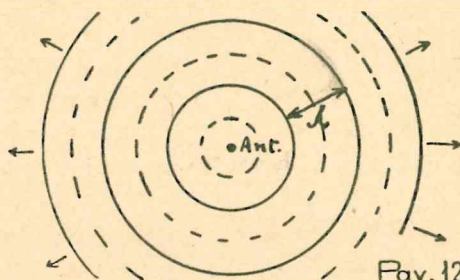
Pradėsime nuo virpančios grandinės su antena. Sakykime, kad antena kurią akimirką yra teigiamai įelektrinta; antenos aplinkoje, ore, plūduriuoja maži taip pat teigiami krūviai (pav. 125). Jie nuo antenos atstumiami. Šis atstūmimas įvyksta ne visoj erdvėj viena ir ta pačia akimirka, bet užtrunka 1 sekundę, kol pasiekiamas teigiamas dalelė, esanti už 300000 km.

*300 000 km.
per sekundę.*

Vadinasi, stūmimas keliauja į erdvę. Bet antena tuo tarpu įelektrinama neigiamai. Taigi artimi teigiami krūviai bus vėl pritraukiami. Vadinasi, tuo pačiu laiku, kai dideliame atstume dar tebeveikia stūmimas, aplink anteną jau bus traukimas. Ir šis traukimas sklis tuo pačiu greičiu (300000 km/sek) į erdves. Jį seks vėl stūmimas ir t.t. Nusibrėžę stūmimą ištisine linija, o pritraukimą brūkšnine linija, gausime šitokį vaizdą (pav.126). Kadangi šis vaizdas primena vandens bangas su jų iškili-



Pav.125.



Pav.126.

*Elektrinės
bangos.*

Bangų ilgis.

mais ir įdubimais, tai tas plintančias jėgas vadiname „elektrinėmis bangomis“ arba, tiksliau, elektromagnetinėmis bangomis. Tačiau turime reikalą ne su virpančiu kūnu, bet su sklin-dančia „priežastimi“. Kaip vandens bangoje atstumą tarp dviejų bangos viršūnių, taip čia atstumą tarp dviejų stūmimų vadiname bangos ilgiu (λ). Bangos ilgį matuojame metrais. Pvz., Vilniaus siųstuvas siunčia 560 m ilgio bangas.

Ciklas ir kcl.

Vadinasi, pirmas stūmimas nukeliauja 561 m, kol antras atsiranda antenoje. Kadangi stūmimai sklinda 300000 km/sek greičiu, tai galime apskaičiuoti, kiek laiko jie keliauja 560 m. Apskaičiavę, gauname apie $\frac{1}{535000}$ sekundės. Vadinasi, Vilniaus siųstuvas siunčia per sekundę apie 535000 virpėjimų, arba 535000 stūmimų (žinoma, tiek pat ir pritraukimų). Dėl to Vilniaus siųstuvas turi 535000 virpėjimų, arba, kitaip vadina-mų, „ciklą“ (535 kilociklai = 535 kcl)“.

„Taigi išeina, kad ciklas yra vienas suvirpėjimas per sekundę?“

„Teisingai! O kilociklas yra tūkstantis virpėjimų per sekundę. 7 kcl reiškia 7000 virpėjimų per sekundę. O tarp virpėjimų skaičiaus ir bangos ilgio galioja ši pareinamybė: vir-

pėjimų skaičius (ciklais) $\times$ bangos ilgio (metrais) = 300000000 (metrų per sekundę, arba 300000 km per sek.

Algis šią taisyklę tuoju išbandė: „Kauno siųstuvas turįs 1960 m bangą, turi 300000000:1960=153061 ciklų, arba 153 kcl“ apskaičiavo jis.

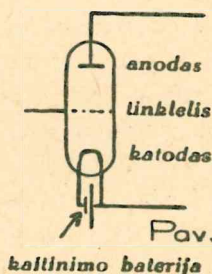
„Puiku! Dabar panagrinėsime dar vieną aparatą, o tada galėsime susidaryti nors primityvų radijo siųstuvo vaizdą. Minėtas aparatas vadinamas elektronine lempute“.

56 skyrius.

Kam tinka elektroninės lemputės.

„Tokia lemputė“, pradėjo Ignas, „yra stiklo lemputė, turinti anodą ir katodą ir smarkiai praretintų dujų (pav. 127). Katodas tam tikra srove įkaitinamas iki žerėjimo, o tada, kaip mes žinome iš skyriaus apie katodinius spindulius, jis siunčia elektronus. Elektronai keliauja prie anodo, taigi lemputėje teka srovė. Kadangi anodas nežėri, tai priešingos krypties srovė lemputėje yra negalima. Dėl to anodas ir žėruojąs katodas tuščiame vamzdyje gali būti panaudoti kaip lygintuvas (kitaip sakant, kaip prietaisas, kuris kintamą srovę tepraleidžia į vieną pusę, ir tuo būdu jos vietoje gauname nuolatinę srovę).

Įtaisykime tarp abiejų elektrodų metalinį tinklėlį. Išivaizduokime, kad jis pakaitom yra silpnai čia teigiamai, čia neigiamai įelektrinamas. Kai jis įelektrinamas teigiamai, tai nuo katodo ateinančius elektronus ima dar labiau traukti, ir jo traukiami elektronai dar didesniu greičiu pralenda pro tinklėlį ir nukeliauja prie anodo, bet kai tinklėlis bus neigiamai įelektrintas, tai keliaują elektronai bus jo stumiami, ir tik nedidelis jų skaičius tepralis pro tinklėlį. Taigi lempute tekančios srovės stiprumas svyruos tuo pačiu taktu, kaip ir tinklelio įelek-



Lemputė
lygintuvas.

*Lemputė
stiprintojas.*

trinimas, tik anodo srovės svyravimai bus kelis kartus didesni už tinklelio srovės svyravimus. Vadinasi, lemputė silpnus srovės svyravimus pakeičia stipriais.

Dabar pabandysime įsivaizduoti bent apytikrą, pvz., muzikos perdavimo eigą bevieliu telegrafu.“

57 skyrius.

Radijo veikimo pagrindai.

„Pradėkime nuo siųstuvo. Pavyzdžiui, norime pasiųsti 500 garso bangų per sekundę toną. Į kokį aparatą leisime garso bangoms veikti?“

Siųstuvas.

„Į mikrofoną!“ atsakė Algis.

„O ką padaro mikrofonas?“

„Jis padaro lygiai 500 kartų per sekundę svyruojančią srovę“.

„Puiku! Tokia srovė ir veikia siųstuvo virpančią grandinę (suprantama, atitinkamai sustiprintą milžiniškomis elektroninėmis lempomis) ir sužadina 500 bangų pluoštą per sekundę, kurių kiekvienas susideda iš tūkstančių bangelių.

Priimtuvas.

Priimtuvas pirmiausia susideda iš virpančios grandinės ir antenos. Ši virpanti grandinė tik tada atsiliepia (reaguoja) į siųstuvą, jei ji yra su juo suderinta, tai yra, turi tą patį virpėjimų skaičių. Priimtovo kondensatorių mes

Nustatymas.

galime taip nustatyti, kad virpanti grandinė sutaptų su norimo siųstuvo virpėjimais. Taip priimtovo virpančiojo grandinėje gauname visiškai tokius virpėjimus, kokius duoda siųstuvo virpanči grandinė, tik silpnesnius. O juos galime sustiprinti elektroninėmis lemputėmis. Dabar iš viso bangų pluošto vėl turime padaryti vieną garsintuvo membranos suvirpėjimą. Tuo tikslu tuos virpėjimus leidžiame per lemputę, kuri praleidžia srovę tik viena kryptimi. Dažni bangų pluošto atskirų srovės virpėjimų smūgiai, einą viena kryptimi, veikia tokiu žaibo greičiu, kad membrana nepajėgia lygiai dažnai suvirpėti ir tesuvirpa tik vieną kartą, atitinkantį visą bangų pluoštą. Kadangi iš siųstu-

*Pakeitimas
į garso
bangas.*

vo sklinda 500 bangų pluoštų per sekundę, tai ir membrana virpa 500 kartų per sekundę, vadinasi, skleidžia tą patį toną. Trūksta laiko modernišką siųstuvą arba priimtuvą smulkiau išnagrinėti. Bet čia gera proga paliesti kitas klausimas. Tu dabar jau suprasi, kaip gali vienais laidais vykti tuo pat metu keli telefoniniai pasikalbėjimai. Tai vyksta panašiai, kaip kad oru daugelis siųstuvų gali tuo pačiu metu siųsti savo programas. Kiekvienas pasikalbėjimas veikia tik tam tikrą virpančią grandinę, kurios virpėjimai siunčiami tolilaidžiais tolyn. Kitame tolilaidžių gale yra atitinkama virpanti grandinė, visiškai suderinta su pirmąja virpančia grandine. Tuo būdu galima girdėti tik tą kalbą, kuri yra tos virpančios grandinės perduodama.

Taigi, mielas Algi, baigiame elektros skyrių. Smulkiau, apie radiją ir kitus klausimus, gali rasti daugelyje kitų knygų, tačiau visus aprašomus reiškinius ir įrengimus tik tada gerai suprasi, kai būsi gerai įsisąmoninęs šį mūsų įvadą.

Mūsų įvadas, kurį, štai, jau baigiame, turės mus dar įvesti į šviesos sritį, arba optiką“.

6 DALIS.

O p t i k a.

58 skyrius.

Šviesa ir šviesos versmės.

„Šiandien kibsime į naują fizikos skyrių“, pradėjo Ignas naują savo paskaitą, „būtent, į mokslą apie šviesą, arba į optiką. Tiesą sakant, optika, savo ruožtu, priklauso elektros mokslui“.

„Elektros?“ nustebo Algis.

*Trumpos
bangos.*

„Žinoma! Nes šviesa yra ne kas kita, kaip elektromagnetinės bangos, visiškai panašios į radijo bangas, tik turi kitokių bangos ilgį. Kai radijas skleidžia iki kelių šimtų metrų ilgio bangas, šviesos bangos tesudaro vos $\frac{1}{2000}$ mm. Taigi mūsų akys yra priimtuvai, kurie reaguoja tik į labai trumpas bangas. Panašiai, kaip radijo imtuvas padaro siunčiantį bangas siųstuvą girdimą, taip mes matome šviesos versmę, nes ji į mus siunčia šviesą. Pati šviesa, kaip ir radijo bangos, yra nematoma“.

„Ir šviesa yra nematoma?“ visiškai nustebo Algis. „Jei aš žiūriu į žvakę, tai matau jos šviesą?“

*Šviesa yra
nematoma.*

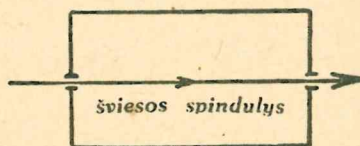
„Visai ne! Tu matai žvakę, tikriaus sakant, jos žėrinčias ir degančias dujas, bet ne pačią šviesą. Tu manai, kad saulėtą dieną visur saulės spinduliai matyti! Tu niekad jų nematai. O ką tu matai, yra tai saulės apšviestos pievos, miškai, namai ir t.t. Kartais manome matą patį spindulį, kai saulė šviečia pro tamsaus debesio kraštą (pav. 128). Bet ir šiuo atsitikimu tai ne grynas spindulys, bet apšviestos ore dulkės arba garai, ku-

rie saulės šviesoje pasidaro matomi, tuo tarpu, kai saulė į mūsų akis neįspindi.“

„Jei aš esu visiškai tamsiame kambaryje ir per kairę esančios sienos mažą skylutę įeina šviesos spindulys ir išeina per dešinę esančios sienos skylutę, tai aš iš viso jokio šviesumo nematau“, pabaigė Algis (pav. 129).



Pav. 128.



Pav. 129.

Ignas jo spėliojimą patvirtino. „Žinoma, ne, jei tik šviesa nekrinta pakeliui ant kokio nors daikto. Bet jei ore yra kad ir smulkiausių dulkių arba rūko, tai jis sušvinta, ir tavo akys jį mato. Mes taip pat manome matą pro rakto skylę krinčiantį saulės spindulį į tamsų kambarį, bet tai ne spindulys, o apšviestos smulkios kambario dulkės.

Ką mes tikrovėje matome, yra tai šviesos *šviesos versmės*. versmės. Jas dabar ir patyrynėsime. Mes skiriame dvi šviesos versmių grupes: vieną, šviesos versmes, kurios pačios šviesą skleidžia ir, antrą, šviesos versmes, kurios kitų versmių šviesą skleidžia. Pirmos grupės versmes vadiname tiesioginės šviesos versmėmis, kurių svarbiausia yra saulė. Antroji grupė sudaro netiesioginės šviesos versmės. Čia geru pavyzdžiu gali būti mėnulis, kuris yra matomas tik dėl to, kad jį apšviečia saulės šviesa.

Pirmiausia aptarkime tiesioginės šviesos versmes. Labiau pažįstamos yra saulė ir žvaigždės (kurios taip pat yra tolimos saulės), toliau visi žerį kūnai. Prie jų priklauso elektros lempučių žerinti viela, žerinchios degančios žvakės, dujos ir t.t. Ypatingas yra šaltų dujų švitėjimas, kurį mes matome Geislerio vamzdeliuose, naudojamuose šviesos reklamoms. Dar m'netini kai kurie kiti reiškinių, kaip fosforescencija ir t. t.

Šviesos versmės gali atrodyti įvairių spalvų. Vėliau mes išgirsime, kad įvairios spalvos yra skirtingų bangos ilgių šviesos. Tiesioginiai bangų ilgiai duoda vadinamąsias paprastas *Spalvos*.

spalvas, kurios sudaro septynias grupes, būtent: raudoną, oranžinę, geltoną, žalią, žydrą, mėlyną ir violetinę. Iš jų gali būti sudarytas spalvų mišinys — tai spindulys, sudarytas iš kelių spalvų. Mūsų akys mato kelis bangų ilgius iš karto, panašiai, kaip blogas priimtuvas perduoda vienu metu kelių siųstuvų garsus. Pvz., raudoną + geltoną mes matome kaip rudą spalvą.

*Dienos.
šviesa.*

Svarbiausias spalvų mišinys yra balta spalva. Vėliau mes bandymu patirsime, kad balta spalva yra visų paprastų spalvų suma. Prie tiesioginių šviesos versmių priklauso dar viena šviesos versmė, tai difuzinė dienos šviesa, kurią mes matome, kai dangus yra apsiniaukęs. Ji pareina nuo saulės, dėl to ir jos veikimas yra toks pat, kaip ir tiesioginių šviesos versmių. Čia šviesos spindulys krinta žemėn, apšviečia daiktus iš visų pusių, nesudarydamas jokio šešėlio. Taip pat saulėtą dieną kambarių, į kuriuos saulė tiesiog neįspindi, šviesa priklauso difuzinei dienos šviesai.

*Daiktų
matymas.*

Dabar apie netiesiogines šviesos versmes. Prie jų priklauso visi kasdienio gyvenimo daiktai. Jie tik dėl to yra matomi, kad ant jų krinta tiesioginės versmės šviesa. Dalis tos šviesos būna absorbuota (=sugerta); kita, į visas puses išsklaidyta. Kūnų spalvos pareina nuo to, kokias spalvas jie absorbuoja. Tegu, pvz., kūnas absorbuoja dienos šviesos (baltos) visas spalvas, išskyrus raudoną, — raudonus spindulius jis išsklaidys į visas puses. Jei kur nors stovi stebėtojas, tai į jo akis kris spindulys „raudonos“ bangos ilgio. Tada akys matys tą kryptimi raudoną daiktą.

Daiktų spalvos pareina nuo ant jų krintančios šviesos spalvos. Normalią savo spalvą jie turi tik dienos šviesoje (baltoje). Apšvietime, pvz., minėtą raudoną kūną tik žalia šviesa, tai jis tebus apšviestas vien spalva, kurią absorbuoja, vadinasi, jokia šviesa, kurią atspindėjusią toliau skleistų. Tas kūnas nesiųs jokios šviesos ir dėl to atrodys juodas. Taigi juodi yra tie kūnai, kurie jokios šviesos negali toliau skleisti, bet visą gautą šviesą absorbuoja. Dėl tos priežasties naktį kūnai mums atrodo juodi, nes jie neturi jokios šviesos, kurią galėtų išsklaidyti.

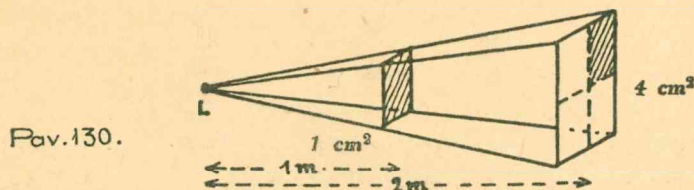
Bet grįžkime dar kartą prie tiesioginių šviesos versmių. Palyginę dvi elektros lemputes, pamatysime, kad dvi šviesos versmės gali skirtis ne tik savo spalva, bet ir šviesos stiprumu, tai yra siunčiamu šviesos kiekiu, lygiai, kaip du radijo siųstuvai kad skiriasi savo kilovatų skaičiais. Šio šviesos stiprumo matavimas vadinamas fotometrija. Šviesos stiprumo vienetu imame 1 Hefnerio žvakę, kuri yra visiškai tikslaus stiprumo šviesos versmė. Šviesos versmę laikome 5 žvakių stiprumo, jei ji skleidžia penkis kartus daugiau šviesos negu vienos žvakės stiprumo šviesa. Tačiau lyginti galima tik maždaug vienodos spavos šviesos versmes.

Šviesos stiprumas.

Žvakė.

Be šviesos stiprumo, mes dar matuojame ir apšvietimo stiprumą tam tikrame atstume. Kaip toli esantį stiprų siųstuvą girdime silpniau negu čia pat esantį, taip stiprią šviesą apšviečiame toli esantį paviršių silpniau negu arti esantį. Taigi apšvietimo stiprumu laikome tai, kiek šviesos krinta į vieną cm^2 , jei šis paviršius yra stačiai atkreiptas į šviesos versmę. Jei šviesos versmė yra vienos žvakės stiprumo, tai tokio paviršiaus, esančio 1 m atstume, apšvietimą sutarta laikyti vienetu. Tokį vienetą vadiname liuksu. Suprantama, kad apšvietimo stiprumas yra tiek kartų didesnis, kiek kartų stipresnė šviesos versmė. Be to dar, apšvietimas, kaip sakyta, priklauso nuo šviesos versmės atstumo.

Lengvai įsitikiname, kad 1 m atstume pro 1 cm^2 praeinanti šviesa 2 m atstume jau krinta ant 4 cm^2 ploto. Taigi čia į 1 cm^2 patenka tik $\frac{1}{4}$ šviesos (pav. 130). Vadinasi, apšvietimo stiprumas



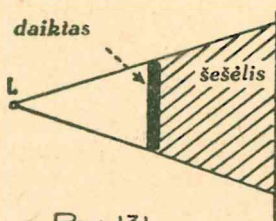
mas dvigubame atstume yra $\frac{1}{4}$, o trigubame $\frac{1}{9}$ ir t.t. dalis 1 m atstume esančio apšvietimo stiprumo.

Dabar, turėdami pagrindines žinias apie šviesos spindulius, galime eiti prie tolimesnio jų tyrimo.“

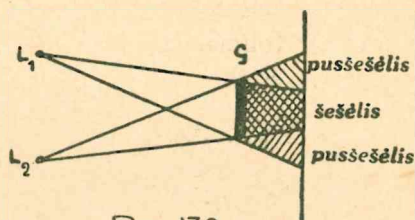
Kokiais dėsniais sklinda šviesa?

„Pirmas ir svarbiausias dėsnis“, pradėjo Ignas po kelių dienų savo pranešimą, „yra šis:

Šviesa sklinda tiesiomis linijomis, ligi ji pasiekia kokio nors kūno paviršių. Dėl to ir kalbame apie šviesos „spindulius“. Šviesos spindulio tiesumą ypatingai aiškiai matome, sudarydami šešėlį (pav. 131). Jei turime kelias šviesos versmes arba vieną plačią versmę, gauname pilną šešėlį ir pusšešėlį (pav. 132). Pilnas šešėlis yra ta erdvės



Pav. 131



Pav. 132.

vieta, kur nepatenka joks spindulys. Pusšešėlis yra ta vieta, kuri apšviesta tik dalies šviesos versmės. Saulė yra plati šviesos versmė, bet jos atstumas yra toks didelis, kad saulės spinduliai eina lygiagrečiai. Dėl to ji neduoda jokio pusšešėlio.

Antruoju dėsniu nusakome šviesos greitį:

Tuščioje erdvėje, taip pat dujose (vadinasi, ir ore!), šviesa sklinda 300000 km/sek greičiu.

Mes jau žinome, kad šviesa yra elektromagnetinės bangos, o jų sklaidimo greitis mums taip pat žinomas, tai minėtas dėsnis nėra naujas. Kitose medžiagose, kaip, pvz., vandenyj, šios bangos, o taip pat ir šviesa, sklinda mažesniu greičiu.

Šviesa nuo mėnulio iki žemės eina vieną sekundę su viršum, o nuo saulės iki mūsų 8 minutes. Artimiausioji žvaigždė yra už 4 šviesmečių, tai yra, jos šviesa iki mūsų eina 4 metus“.

Šviesmetis.

„Ketverius metus ir kas sekundę po 300000 km!“ stebėjosi Algis.

„Ir tai ne didžiausias atstumas, o tik artimiausios žvaigždės! Tai kiek tolumo yra kitos?“

„I ši klausimą tegalime apytikriai atsakyti. Tačiau tikrai žinome, kad danguje yra nesuskaitoma daugybė žvaigždžių kita nuo kitos labai nutolusių, bet vis dėlto sudarančių tam tikras žvaigždžių sistemas, arba tarp savęs susietas žvaigždžių grupes. Mūsų sistema, kuriai ir mūsų saulė su savo planetomis priklauso, turi tiek daug žvaigždžių, kad daugumas jų mums tematomas kaip šviesus per visą dangų nusidriekęs ruožas, vadinamasis *Paukščių takas*. Mūsų Paukščių tako skersmuo yra daug tūkstančių šviesmečių. Bet dar yra nesuskaitomai daug žvaigždžių, nepriklausančių Paukščio tako sistemai, ir jos nuo mūsų yra labai labai toli. Kai kurių vadinamųjų kosminių rūkų atstumas siekia iki 200 milijonų šviesmečių. Galbūt, ateity bus pagaminti tokie teleskopai, kurie mus įgalins pažinti dar tolimesnes sistemas. Bet grįžkime žemėn, prie šviesos plitimo. Stebėkime svarbų ir dažną atvejį, kai šviesa krinta ant nepermatomo kūno paviršiaus. Čia gali būti du atvejai: paviršius gali būti lygus arba šiurkštus. Kad šviesos reiškiniai abiem atvejais yra skirtingi, tuoj pamatysime.

Apie dangaus kūnus.

Šviesa krinta ant šiurkštaus kūno paviršiaus. Ši atvejį mes jau minėjome, kalbėdami apie netiesiogines šviesos versmes, nes jos yra ne kas kita, kaip kūnai šiurkščiais paviršiais. Tuo atveju šviesa iš dalies yra sugerama, iš dalies išsklaidoma į visas puses. Dalį šviesos sugerdamas kūnas pasidaro spalvotas. O išsklaidęs likusią šviesos dalį, jis darosi iš visų pusių matomas.

Šiurkštūs paviršiai.

Nepermatomi plyno paviršiaus kūnai vadinami veidrodžiais. Šviesa nuo jų atsispindi arba reflektuoja. Jie šviesos visai nesugeria, dėl to veidrodžiai niekad neatrodo spalvoti. Šviesos spindulys ne į visas puses išsisklaido, bet eina tam tikra linkme. Dėl to mes matome veidrody atsispindinčius daiktus tik tada, jei tinkamu kampu į jį žiūrime.

Atsispindėjimas.

Reflektuoto, bet spalvų atžvilgiu nepakitėjusio spindulio naują kryptį nustatome šiuo atspindžio dėsniu: kritimo kampas lygus atspindžio kampui. Čia įsivaizduojame iškel tą statmenį iš tos veidrodžio vietos, kur į veidrodį krinta spindulys. Kritimo kampu žymime tą kampą, kurį sudaro ateinąs

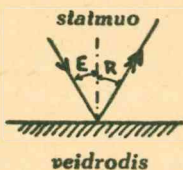
spindulys ir statmuo. Atspindžio kampu laikome kampą tarp reflektuoto spindulio ir statmens“ (pav. 133).

„Jei spindulys krinta stačiai į veidrodį, tai kritimo kampas yra 0 (nulis) laipsnių?“ — pasiteiravo Algis.

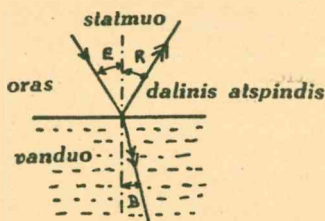
„Žinoma! Tuomet ir atspindžio kampas taip pat 0 laipsnių. Vadinasi, jis tada grįžta ta pačia kryptimi atgal.

Visai kiti dėsniai saisto, kai spindulys eina per permatomą kūną, arba, kaip dažnai sakoma, per permatomą tarpą, arba mediją. Kadangi oras ir dujos yra permatomi medijai, o beorė erdvė optiškai yra panaši į oro pripildytą erdvę, tai galime štai ką pasakyti:

Spindulys, pereidamas iš vieno permatomo kūno į kitą, lūžta. Lūžis (refrakcija) pasireiškia spindulio krypties pasikeitimu, pereinant į naują mediją. Nuo čia šviesa vėl sklinda tiesiomis linijomis toliau. Taigi susidaro tik spindulio lūžis. Ir čia mes įsivaizduojame kritimo tašką nubrėžtą statmenį ir kalbame apie kritimo ir lūžio kampus (pav. 134). Dėsnis, duodąs kritimo ir



Pav. 133.



Pav. 134.



Pav. 135.

lūžio kampų sąryšį, matematiškai nėra visai paprastas, ir dėl to mes jį praleisime. Jei šviesa, pvz., eina iš oro į stiklą arba vandenį, tai lūžęs spindulys prie statmens priartėja, bet einant atvirkščiai, spindulys nuo statmens nutolsta. Be to, su kiekvienu lūžiu visuomet yra susietas ir dalinis atspindys. Jis yra juo didesnis, juo labiau spindulys palinkęs į laužiantį paviršių. Dėl tos priežasties vandens paviršius atspindi, jei mes į jį pažiūrėsime iš šono, bet jei žiūrėsime stačiai, tai matysime vandens dugną“.

„Kaip lūžta šviesos spindulys, stačiai krintąs į vandens paviršių?“

„Tada jis visai nelūžta. Tai yra vienintelis atsitikimas, kai spindulys nekeičia krypties, pereidamas į naują medžiagą (pav. 135). Suprantama, kad ir atspindžio tada beveik nėra.

Šiandien tuo mes ir baigiame. Kitas mūsų pasikalbėjimas palies tuos šviesos pritaikymus technikoje ir reiškinius, vykstančius gamtoje, kurie remiasi jos atspindžiu arba lūžiu“.

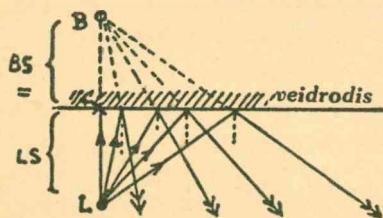
60 skyrius.

Atspindys ir lūžis technikoje.

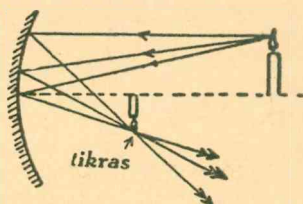
Kitą savaitę broliai vėl rado laiko tęsti savo pasikalbėjimus.

„Šiandien pirmiausia susipažinsime su šviesos atspindžio techniniais pritaikymais!“ pradėjo Ignas. Pradėkime nuo paprastojo arba plokščiojo veidrodžio, kurį dažnai sutinkame kasdieniame gyvenime (pav. 136). Jis šiuo būdu daromas. Užpakalinė stiklo pusė plonai padengiama sidabro (anksčiau gyvsidabrio) sluoksniu, kuris vėl padengiamas kitu kuriuo sluoksniu, kad būtų apsaugotas nuo sužalojimų. Šviesa, išeinanti iš (tiesioginės ar netiesioginės) šviesos versmės L, taip atsispindi,

*Plokščias
veidrodis.*



Pav. 136.



Pav. 137.

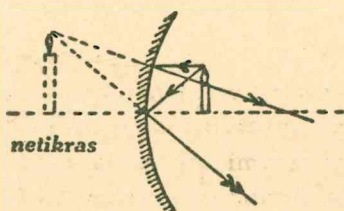
kad atrodo, jog visi spinduliai išeina iš B. Pažiūrėję į veidrodį, pamanome, kad daiktas L yra už veidrodžio. Iš tikrųjų mes matome daikto tariamąjį vaizdą, nes iš ten, kur mes manome matą B, tikrovėje neišeina joks spindulys. Užtenka tik prisiminti sieninius veidrodžius, kuriuose daiktai atrodo tartum už sienos. Tokius vaizdus, iš kurių atrodo tartum ateina spinduliai, fizikai vadina *t a r i a m a i s* vaizdais.

*Tariamasis
vaizdas.*

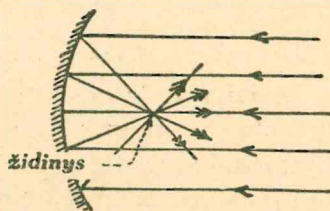
Įdubęs
veidrodžius.

Daug komplikuočiau spindulių eiga yra įdubusiame veidrodyje. Paprasčiausias įdubęs veidrodis yra gabalas iš vidaus atspindinčio stiklinio rutulio. Jei daiktas yra toli nuo jo, tai spinduliai taip atspindi, kad jie viename taške susikerta. Į tą vietą įstatę popieriaus lapą, matysime daikto atvaizdą, taip kaip matome vaizdus kinų ekranuose. Toks vaizdas, kuriame šviesos spinduliai tikrai susikerta ir kurį galima ekrane atmušti, vadinamas tikras, arba realus vaizdas (pav. 137). Bet jei daiktas yra visai arti įdubusio veidrodžio, tai spinduliai išsisklaido, ir gauname tariamą ir iškraipytą vaizdą (skutimosi veidrodžiai) pav. 138).

Realus
vaizdas.



Pav. 138.



Pav. 139.

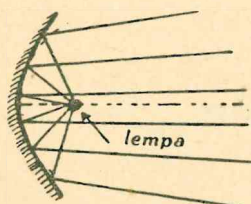
Tam tikrame atstume galime rasti tokią vietą, iš kurios atėję ir nuo veidrodžio atspindėję spinduliai nei nesusikerta (tikras vaizdas), nei neišsisklaido (tariamasis vaizdas), bet nuo veidrodžio eina lygiagrečiai. Jei, priešingai, į įdubusį veidrodį leisime lygiagrečius spindulius, pvz., saulės spindulius, tai jie anoje vietoje (taške) susikirs. Šis taškas vadinamas įdubusio veidrodžio židiniu (pav. 139), nes jame gali užsidegti popieriaus gabalėlis. Pastatius lempą į įdubusio veidrodžio židinį, atspindėję spinduliai eis lygiagrečių spindulių pluoštu. Įdubęs veidrodis su atlenktais kraštais duoda šviesos kūgį (pav. 140). Įdubę veidrodžiai panaudojami prožektoriuose ir didžiuliuose moderniškuose teleskopuose. Teleskopuose jie duoda mažą, bet šviesų ir realų žvaigždės vaizdą.

Prožektorius.

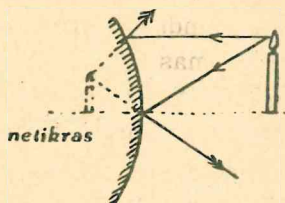
Iškilęs veidrodis yra išgaubtas atspindintis paviršius (rutuliai papuošti eglutei). Kadangi jis spindulius visada išsklaido, tai jame matomi vaizdai, kaip ir plokščių veidrodžių, yra tariami ir, be to, iškraipyti. Jie atrodo esą už veidrodžio ir sumažinti (pav. 141). Šie veidrodžiai dažnai įtaisomi automobi-

liuose prie šoferio sėdynės, kad jis galėtų matyti, kas vyksta užpakaly auto.

Iš technišku lūžio pritaikymų pirmą vietą užima visi optiniai instrumentai, kurių pagrindinės dalys yra lęšiai.



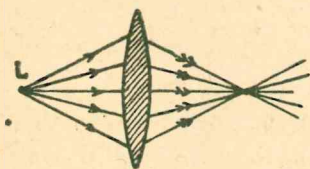
Pav. 140.



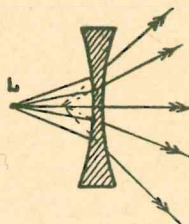
Pav. 141.

Lęšiai yra stikliniai kūnai su rutulio formos paviršiais. Lęšiai, kurių vidus yra storesnis negu kraštai, turi tą ypatybę, kad spinduliai, išeiną iš vieno taško, eidami pro jį, lūžta ir kitą pusę vėl susikerta. Dėl to jie vadinami renkamaisiais lęšiais (pav. 142). Priešingai yra su sklaidomaisiais lęšiais (pav. 143) (sklaidomųjų lęšių vidus yra plonesnis negu kraštai), jie spindulius išsklaido. Iš vieno taško išeiną spinduliai atrodo tarytum eitų iš arčiau prie lęšio gulinčio taško. Techniškuose pritaikymuose svarbiausią vietą užima renkamieji lęšiai. Dažniausiai jie esti abiejose pusėse išgaubti, bet taip pat yra ir vienu šonu plokščiu, o antru — išgaubtu (pav. 144). Sklaidomieji lęšiai dažniausiai esti abiem šonais įdubę.

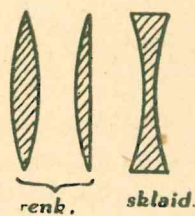
Lęšiai.



Pav. 142



Pav. 143.



Pav. 144

Lęšių pritaikymas optiniuose instrumentuose sudaro atskirą skyrį, kurį mes tuojuo pradėsime. Bet pirmiau susipa-

žinkime su kitu lūžio pritaikymu, būtent, tuo, kurs mokslui suteikė milžinišką pažangą ir atskleidė nepaprastai tikslių metodą cheminiams junginiams tirti. Tai spektrinė analizė. Ji sudarys kito skyriaus turinį“.

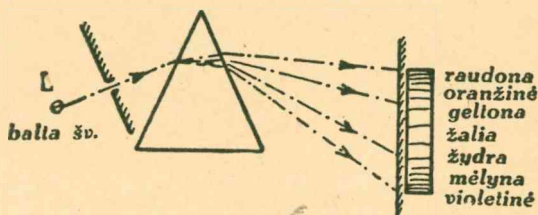
61 skyrius.

Šviesa, kaip visatos atskleidėja, kaip pasiuntinys iš atomo vidaus, net kaip chemikas.

„Šiandien, vadinasi, kalbėsime apie spektrinę analizę“, pradėjo Ignas savo pamoką. „Bet pirma turime susipažinti su aparatu, kuris kalbamuosius reiškinius mums patiekia. Tas prietaisas yra prizmė (pav. 145). Optikoje prizmę suprantą-



Pav. 145.



Pav. 146.

mas permatomas kūnas, kurio du šonai yra plokšti ir sudaro smailų kampą A. Sakykime, kad šviesos spindulys krinta į prizmę taip, kad, pereidamas erdvę tarp abiejų plokštumų, turės lūžti du kartus. Abu lūžiai sudarys stiprų spindulio nukrypimą.

Dabar pradėkime visą eilę bandymų. Iš šviesos versmės leisime šviesai eiti per siaurą plyšį taip, kad susidarytų siauras šviesos pluoštelis.

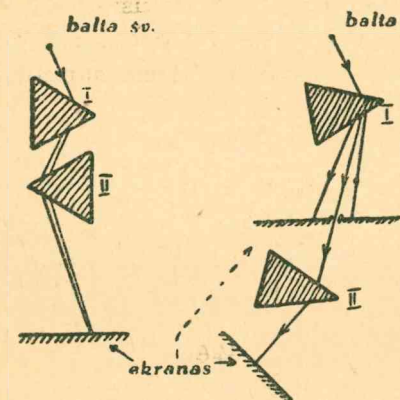
Pirmiausia panaudosime įvairių spalvų šviesas. Tas tyrimas mums parodys, kad įvairios spalvos įvairiai lūžta. Mažiausia lūžta raudona, daugiausia violetinė.

Pro prizmę leiskime baltą šviesą, tai kiekviena spalva kitaip atsilenks, taip kad šviesa suskils į sudedamąsias dalis. Mažiausiai lūžęs išeina raudonas spindulys, paskui jį nepastebimai pereina į oranžinę, toliau geltoną, žalią, žydrą, mėlyną

ir violetinę spalvas. Ekrane tada atsiranda puikus spalvų ruožas, vadinamasis **s p e k t r a s** (pav. 148).

Tuo įrodome, kad baltas spindulys yra spektro spalvų suma (raudonos, oranžinės, geltonos, žalios, žydros, mėlynos ir violetinės). Kitos spalvos, kaip pilka, ruda ir t.t., nėra spektro spalvos.

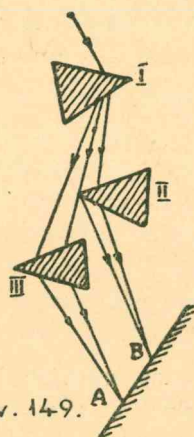
Dabar padarykime kitą bandymą. Už mūsų prizmės, arti jos, pastatykime kitą prizmę taip, kad ji lūžį vėl atitiestų (pav. 147). Tada ekrane vėl matysime baltą ruožą. Vadinsi, sumaišę visas spektro spalvas, gauname baltą spalvą.



Pav. 147.



Pav. 148



Pav. 149.

Toliau tyrinėdami, vėl susidarykime spektrą, kuriam gauti visada panaudosime baltą šviesos versmę (pvz., Voltos lanką). Ekrane, kuriame spektras taip gražiai šviečia, išpiaukime siaurą statmeną plyšį. Leiskime eiti vienai iš spektro spalvų pro šį plyšį ir paskui pro antrą prizmę (pav. 148). Tuomet pastebėsime, kad toliau spektro spalvos yra **n e b e s u s k a i d o m o s**.

Ketvirtas bandymas mums parodys ypatingai svarbų dalyką. Pirmoji prizmė baltą šviesą suskaidys į spektro spalvas. Antroji prizmė dalį spalvų atgal sujungs, ir jos susilies taške B. Trečioji prizmė padarys tą patį su spektro spalvų likučiu taške A. Tuo būdu taškuose A ir B gausime dvi siauras spalvo-

tas juostas (pav. 149). Jei jas abi mes sumaišytume, tai gautume?“

„Baltą, nes tada vėl būtų visos spalvos sumaišytos!“

„Teisingai! Tad A ir B palikime išskirtus. Antrąją prizmę taip pat pastatykime, kad ji iš spektro atlenktų tik raudoną spindulį. Tada taške B pastebėsime raudoną, o taške A žalią. Taigi čia gauname įdomų dalyką: baltas spindulys — raudonas = žaliai spinduliui. Vadinasi, yra dvi žalios šviesos rūšys: viena žalia šviesa, kuri spektre tik iš žalios yra susidariusi; antra žalia šviesa yra suma visų spektro spalvų be raudonos.

*Dvi žalios
šviesos
rūšys.*

Tas pats tinka ir kitai spalvų porai (mėlyna - geltona), kurią gauname iš spektro, atitinkamai pastūmę antrąją prizmę. Spalvos, sudarančios tokias spalvų poras, vadinamos papildomomis spalvomis.

*Papildomosios
spalvos.*

Suprantama, kad tos dvi žalios šviesos rūšys, kurių akis neskiria, duoda, jomis apšvietus daiktus, skirtingus spalvų efektus. (Šito fakto nežinojo garsusis vokiečių poetas Gėtė, kuris buvo taip pat nemažas gamtos tyrėjas. Dėl to jo spalvų teorija yra klaidinga. Šia proga įdomu pastebėti, kad pats Gėtė daugiau didžiavosi savo fizikos darbais negu visais savo genialiais lyrikos kūriniais).

Pvz., nušvieskime grynai mėlyną daiktą grynai žalia šviesa, tada jis atrodys juodas, nes jis neatgaus savo spalvos. Tačiau nušvietus jį lygiai atrodančia „maišytąja“ žalia šviesa, jis atrodys normalios savo spalvos, nes apšviečiančioji spalva turi ir mėlynų spindulių.

Taigi iš to matome: darytinė žalia + paprasta raudona = baltai. Taip pat darytinė raudona + paprasta žalia = baltai (darytinė raudona = balta — žalia)“.

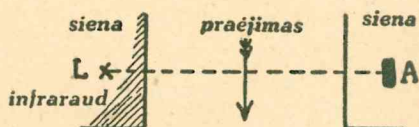
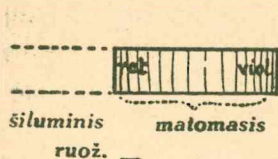
„Bet ką duoda paprasta raudona + paprasta žalia?“ — norėjo sužinoti Algis.

„Tai kaip tik svarbiausia: paprasta raudona + paprasta žalia = rudai. Šios darytinės spalvos yra kai kurių šviesos rūšių mišinys. Tačiau visų šviesos rūšių mišinys duoda baltą. Šia proga galime prisiminti, kad, užuot sakę „spalva“ (spektro spalva), galime sakyti „bangos ilgis“.

Pažymėję $\frac{1}{1000000}$ mm 1 m μ (tark 1 milimikronas), galime pasakyti, kad raudona spalva turi didžiausią bangų ilgį, būtent, 800 m μ , toliau eina oranžinė, geltona ir t.t. iki violetinės, kurios bangos ilgis yra 400 m μ . Dar vienas darytinių spalvų pavyzdys. Turime, pvz., mėlyną šviesą iš elektros lemputės (kurias vartoja naktiniam apšvietimui) ir tiriamę ją spektriniu aparatu; gausime spektrą, kuris turės visas spalvas, išskyrus oranžinius geltoną. Taigi ši mėlyna spalva nėra grynai mėlyna, bet yra darytinė spalva; tai yra balta — oranžiniai geltona.

Akimis matomus šviesos spindulius mes jau pakankamai pažinome. Tačiau spektras dar turi kai kurių turtų. Vėl pasinaudosime Voltos lanko balta šviesa ir leisime susidaryti normaliam spektrui. Imkime dabar termoelementą — tu dar jį atsimeni: jis yra jautrus šilumos matuotojas, — ir pabandykime juo įvairias spalvas, kurios daugiau neša spinduliuojamos šilumos iš Voltos lanko. Šio stebėjimo daviniai mus labai nustebins: labiausiai šildo raudonieji ir ypatingai šalia jų tamsieji spinduliai! (pav. 150). Vadinasi, spektras nesibaigia

Ultra-
raudonieji.



raudonaisiais spinduliais. Už jų dar yra tokio bangos ilgio spinduliai, į kuriuos akis nereaguoja. Jie vadinami ultraraudonaisiais, arba šiluminiais spinduliais, nes kūnas, krintant ant jo tiems spinduliams, įkaista. Ypač ultraraudonųjų spindulių rūšis vadinama infraraudonaisiais. Infraraudonieji spinduliai praeina pro debesis, rūką ir t. t. Tuo būdu yra galimi stebėjimai ir pro minėtas kliūtis. Ypatingai aiškiai galime tai pastebėti fotografijoje, padarytoje su plokšte, jautria infraraudoniesiems spinduliams. Joje miglotas gamtovaizdis pasirodo toks aiškus, kokį paprasta akimi vargiai galime matyti kaitriausią ir šviesiausią vasaros dieną.

Infra-
raudonieji.

Nematomieji
spinduliai.

Infraraudonais spinduliais nieko negalime nušviesti, nes akys jų nejaučia. Ši ypatybė naudojama moderniai bankų apsaugai. Iš šviesos versmės L eina infraraudonieji spinduliai skersai pro praėjimą į aparatą A. Tegu kas nors įeina į tarpdurį, tai akimirksniui bus sulaikyti spinduliai, įeinančiam visai to nepastebint. Atitinkami aparato A įrengimai pradės dėl to veikti ir sukels triukšmą (pav. 151).

Ultravioletiniai.

Kalnų saulė.

Tau, tur būt, mielas Algi, kyla mintis, kad ultraraudonais spinduliais galima gražiai ir greit įdegti, visai nesaugojant akių. Veltui, mielas! Spinduliai, kurie veikia mūsų odą, yra visai ne šiluminiai spinduliai. Juos randame priešingame spektro šone, greta violetinių spindulių. Tuos spindulius vadiname ultravioletiniais spinduliais. Jie gyviams padarams yra labai svarbūs, o augimui yra būtini. Šiam reikalui yra vartojami dirbtiniai aparatai, kurie ypatingai daug išspinduliuoja ultravioletinių spindulių: tai kalnų saulė. Vardas yra kilęs iš to, kad saulės šviesa didesniuose aukščiuose ypatingai yra turtinga ultravioletiniais spinduliais, o lygumose tirštesnis ir netyras oras tuos spindulius labai sugeria.

Pro stiklą ultravioletiniai spinduliai nepraeina, dėl to saulės vonios, imamos pro uždarytą langą, yra be naudos. Kalnų saulė yra padaryta iš kvarco indo (kvarcas ultravioletinius spindulius pro save praleidžia), kuriame šoka kibirkštys iš vieno gyvsidabrio poliaus į kitą.

Taigi, mielas Algi, mes jau susipažinome su įvairiomis šviesos spinduliavimo rūšimis. Vienos buvo matomos, kitos ne. Šiandien taip pat jau žinoma, kad yra gyvių, kurių akys „mato“ ultravioletinius spindulius (pvz., bitės). Dabar aš tau noriu papasakoti, kokių būdu šviesa yra žinių nešėjas iš visatos gelmių, iš atomų, ir, pagaliau, kokią reikšmę turi spektras chemijai.

Iki šiol mes naudojome Voltos lanku kaip šviesos versmę, kaip baltai žėrinčiu kietu kūnu (būtent, anglies stiebeliais). Dabar šviesos versmę mes imsime švitančias dujas. Tai pasieksime Geislerio vamzdeliu, jį pripildydami tiriamąja dujine medžiaga. Čia pastebėsime visai naujos rūšies reiškinių. Gautas spektras nebus nenutrūkstama spalvota juosta, bet

		<i>tamsu</i>	<i>tamsu</i> ↗			
--	--	--------------	----------------	--	--	--

Brūkšniai reiškia šviesos ruožus

Chemiški
tyrimai.

*Astronomiški
tyrinėjimai.*

čiusios. Gaila, kad šios problemos mes negalime plačiau pana-
grinėti, nes esame pasiryžę susipažinti tik su pagrindiniais fi-
zikos padariniais. Bet, kad ji priklauso įdomiausiems mokslams,
manau, tu man patikėsi.

*Įtrauktiniai
spektrai.*

Be šių linijinių spektrų, yra dar įtrauktiniai i spek-
trai. Jie yra linijinių spektrų priešingumai. Mes, pvz., esame
suradę, kad šviečią natrio garai duoda nuostabiai šviesią
geltoną liniją, kaip linijinį spektrą. Bet leiskime baltą Voltos
lanko šviesą pro šviečiančius natrio garus, ir tada gaukime
spektrą; jis nebebus ištisinis spektras, o spektras su tamsiu
ruožu toje vietoje, kur būna natrio geltonoji linija. Šviečią
natrio garai sugėrė tą spalvą, kurią patys skleidžia, kai yra
panaudojami kaip šviesos versmė. Saulės spektras
yra toks įtrauktinis spektras. Ištisinį spektrą
duoda baltai žeris branduolys, o tamsios linijos atsiranda dėl
absorbcijos dujų, kurios saulės rutulį supa iš visų pusių plonu
šydu (saulės vainiku). Šios linijos, pagal jų atradėją Fraunho-
ferį, vadinamos „Fraunhoferio linijomis“.

*Fraunhoferio
linijos.*

Tuo ir baigiame spektrą, tą taip nepaprastai vaisingą
mokslo šaką, ir padarysime santrauką, visų elektromagnetinių
bangų, kurias mes sutinkame technikoje ir gamtoje“.

62 skyrius.

Visų elektromagnetinių bangų santrauka.

„Dar kartą noriu pabrėžti, kad skirtumas tarp spektro
spalvų pareina tik nuo bangos ilgio. Tad peržvelkime visas
elektromagnetines bangas, sutvarkytas pagal bangų ilgius.

Ilgiausias praktikoje vartojamas turime radijo bangas, ku-
rių ilgis siekia iki 2000 m. Bangų, turinčių didesnius bangos il-
gius, niekur nevartojame. Jų veikimas ir vartojimo galimybės
dar neištirtos. O tokius aparatus, kurie be kliūčių galėtų to-
kias bangas siųsti arba priimti, yra sunku padaryti.

Nuo 2000 m iki 600 m radijo bangos vadinamos ilgomis
(pvz., Kauno), nuo 600 iki 200 m vidutinėmis (pvz., Vil-
niaus), nuo 200 iki 50 m radijo bangos yra paliktos bevieliam
telegrafui, laivams, prekybai ir t.t. Radijo bangos, skirtos vi-

Radijas.

suomenei, vėl prasideda nuo 50 ir eina iki 15 m, tai trumposios bangos. Šios bangos tuo pasižymi, kad yra mažiau įveikiamos įvairių atmosferos trukdymų.

Televizijoje vartojamos apie 1 m ilgio bangos, tai ultratrumpos bangos. Tie spinduliai turi panašias ypatybes kaip ir šviesos: jie skleidžiasi tik tiesiomis linijomis. Taigi giliame slėnyje televizijos priėmimas yra negalimas, jei siuntėjas iš antenos nemato priėmėjo.

Toliau eina decimetrinės bangos. Šios bangos, iki 0,1 mm ilgio, yra mažai ištirtos, nes tokių bangų siųstuvus yra ypatin-
gai sunku padirbti. Šios srities spinduliai gyvus organizmus veikia aštriai. Ar „mirties spinduliai“ yra tiek ištirti, kad jais galima iš didelio atstumo nužudyti žmogų — nežinia, nes tokie atradimai laikomi karo reikalams ir dėl to slepiami.

Decimetrinės bangos.

Pagaliau prieiname tokias trumpas bangas, kad joms reikia įvesti naujus pažymėjimus.

Mes jau žinome, kad $\frac{1}{1000000}$ mm vadinasi 1 m μ . Dabar eina šiluminiai spinduliai. Jie yra tarp 0,1 mm ir 800 m μ . Dar toliau eina matomos šviesos rūšys: 800 m μ — raudona, nuo 800 m μ iki 400 m μ — matomoji šviesa, 400 m μ — violetinė, už 400 m μ — ultravioletinė (veikianti kūną).

Šviesa.

Už 1 m μ prasideda spinduliai, kurie kyla iš katodinių spindulių, tai Rentgeno spinduliai. (Reikia pastebėti, kad katodiniai spinduliai yra elektronų srautas, vadinasi, ne bangos! Dėl to jie neturi bangos ilgio!). Rentgeno spinduliai taip pat stipriai veikia kūnus.

Rentgeno spinduliai.

Dar trumpesnių bangų ilgių, negu Rentgeno spinduliai, yra γ spinduliai, jie yra iš radžio išeiną Rentgeno spinduliai. Apie juos sakoma, kad jie yra ypatingai „kieti“ Rentgeno spinduliai.

Pagal dabartinių tyrinėjimų rezultatus šios eilės bangų galą sudaro kosminiai spinduliai, kurių paslaptį nevisai atskleistas. Spėjama, kad jie ateina nuo žvaigždžių iš erdvės (nesupainioti su žvaigždžių šviesa!). Geriausia juos tirti aukštumose (pvz., Šveicarijoje, Jungfrau viršūnės laboratorijoje).

Kosminiai spinduliai.

Gyvas kūnas taip pat skleidžia (gal būt, panašias) bangas. Buvo manyta, kad drugiai perduoda gyvybės ženklus iš di-

delio atstumo (iki 10 km) bevieliškai tam tikrų bangos ilgiu. Žmogaus kūnas tokius spindulius taip pat skleidžia (mitogenetiniai spinduliai). Kruopščiais bandymais galime įrodyti, kad žaizda, esanti mūsų kūne, siunčia ultravioletinius „pagalbos šauksmus“, o baltieji kraujo rutuliukai atsiliepia, kad išiveržusį priešą (nuodus, bakterijas) nugalabytų ir pradėtų gydymą. Ypatingai stiprius tokius spindulius užtinkame tada, kai augalas augdamas dalijasi ląstelėmis. Priešingai veikiant ląstelės dirbtiniais tokio pat bangos ilgio spinduliais (jie yra žinomi), ląstelių augimas yra taip pat paveikiamas. Taip, pvz., svogūno šaknis kartkartėmis švitinant iš vienos kurios nors pusės, toji pusė žymiai išauga.

Panašius spindulius, gal būt, siunčia ir mūsų smegenys. Suprantama, kad jie iki šios dienos neištirti, dėl nepaprasto smegenų jautrumo. Visai galimas daiktas, kad hipnozas ir panašūs reiškiniai, o, gal būt, ir simpatijos jausmas gali būti suvesta į smegenų bangų veikimą.

Taigi, mielas Algi, šios dienos platų pasikalbėjimą baigiame. Jei tu kada nors panorėtumei būti fiziku tyrinėtoju, tai gali turėti plačią radijo bangų sritį, o taip pat tebėra nevisiškai ištirti ir kosminiai spinduliai, vadinasi, gali pelnyti nemirštamą vardą. Bet dabar grįžkime prie matomosios šviesos ir patyrinėkime, kokius gamtos reiškinius galima išaiškinti atspindžiu ir lūžiu“.

63 skyrius.

Atspindys ir lūžis technikoje.

Kitą savaitę vėl abu broliai susirinko šios taip juos pamokančios fizikos šakos aiškintis. Ignas pamažu nustojo Algį tiek daug klausinėjęs, nes Algis jau buvo nebe naujokas. Visokie fizikos posakiai jam pasidarė tiek suprantami, kad Ignas galėjo toliau pasakoti be klausinėjimų ir be pertraukimų. Tačiau aiškinant gamtos reiškinius, kaip, pvz., šiame skyriuje, Algis vėl galėjo kai kuriuos stebėjimus pats papasakoti. Ignas savo temą pradėjo šiais žodžiais:

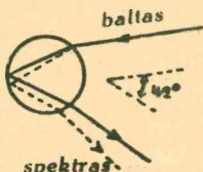
„Šiandien peržvelgsime gamtą ir paieškosime tokių reiškinių, kurie remiasi ypatingu šviesos laikymusi. Na, Algi, ką tu esi pastebėjęs?“

„Laumės juosta“, atsakė Algis. Suprantama, nes ji yra labiausiai krintas į akis optinis reiškinys.

Laumės juosta.



Pav. 153.



Pav. 154



laumės juosta
Pav. 155.

„Gerai!“ Tad ištirkime ją arčiau. Ji susidaro tik tam tikromis aplinkybėmis, būtent?“ „Kuomet lyja“, atsakė Algis. „Reikia tiksliau pasakyti“, pastebėjo Ignas. „Ji atsiranda po lietaus, kai iš krintančių vandens lašelių prieš mus susidaro tarsi siena, prasiveržusių saulės spindulių apšviesta. Panašiai yra ir su fontanų vandens lašeliais. Visuomet, kai mes žiūrime į tą lašelių ekraną, būtina, kad saulė šviestų už mūsų. Beveik visi spinduliai, eidami pro lašelius, dukart lūžta; šis lūžis pakeičia normalų užpakalyje esančių daiktų apšvietimą (pav. 153). Tik tam tikru būdu krintas spindulys vieną kartą lūžęs lašelyje atsispindi. (Tai visiškas atspindys, nes tada visi spinduliai atsispindi. Jis atsiranda tada, kai šviesa krinta į ribinį vandens — oro arba stiklo — oro paviršių). Po šio visiško atspindžio spindulys dar kartą lūžta ir išeina iš lašelio (pav. 154). Dvigubas lūžis ne tik kad susiskirstymo į spalvas nepanaikina, bet dar jį sustiprina. Išeinąs spindulys su krintančiu saulės spinduliu sudaro apie 42° kampą. Vadinasi, stebėtojas tik tada mato spalvotą juostą, kai matymo kampas tarp spindulio, krintančio į lašelį ir išeinančio iš lašelio, yra apie 42° . Tokie lašeliai yra ant apskritimo, kurio centras yra tiesėje, einančioje per saulę ir mūsų akį. Jei saulė yra horizonte (leidžiantis arba tekant), tai mes matome pusapskritimą. Juo aukščiau stovi saulė, juo mažesnė matomoji apskritimo dalis, nes už žemės esanti dalis, suprantama, yra nematoma. Taigi laumės juosta yra ne koks nors dangaus reiškinys, bet glūdi atmos-

feroje esančiuose lašeliuose. Dėl to ją taip pat matome leisdamiės nuo kalnų į slėnį.“

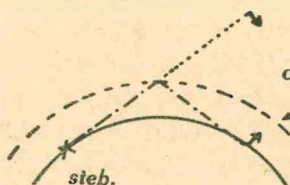
*Antroji
laumės
juosta.*

„Iš ko atsiranda antroji, rečiau matoma, laumės juosta?“
„Ji atsiranda dėl dvigubo spindulio visiško vidaus atspindžio (pav. 155). Ji tik tada matoma, kai apšvietimas yra ypač stiprus. Iš tikrųjų, minėti reiškiniai nėra taip paprasti, ir apie juos reiktų žymiai daugiau kalbėti, tačiau mums to pakaks. Laumės juosta, vadinasi, mums jau pažįstama. Dabar pasakyk, ką dar pastebėjai?“

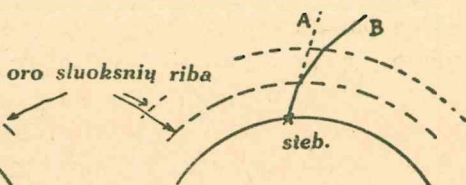
„Atspindį nuo vandens paviršiaus, jei jis nėra vėjo išjudintas!“

*Fata
morgana.*

„Žinoma. Ir ore yra toks pat atspindys, vadinamas fata morgana (pav. 156). Jis atsiranda viršum dykumų, nes ten su-



Pav. 156.



Pav. 157.

sidaro karšto oro sluoksniai ir dėl didelės ramybės lygiai išsidėstę. Ribos paviršių tarp dviejų tokių sluoksnių santykis yra visiškai tas pats, kaip ir tarp dviejų skirtingų medžiagų paviršių. Žiūrint beveik horizontaliai, į mūsų akis pataikys tie spinduliai, kurie yra atspindėję. Dėl tos priežasties kai kurie dykumų keliautojai mano danguje daiktus (apverstus) pamatę. Tokį atspindį ore galima ir pas mus pamatyti, jei tik karštą tylią dieną betonuotoje gatvėje susidaro karšto oro sluoksnis. Žiūrint beveik visai horizontaliai, tokia gatvė atspindi ir atrodo lyg šlapia, nes šlapia gatvė taip pat atspindi.

Šie skirtingi oro sluoksniai, nors ir mažiau, laužia ir statėsnį spindulį. Dėl tos priežasties žvaigždės ir kitus dangaus kūnus matome kitose vietose, negu jie iš tikrųjų yra. Tačiau skirtumas paprastai yra nedidelis. Mano brėžinyje žvaigždė B stebėtojų atrodo esanti taške A. (Nes stebėtojo akis nežino, kad šviesos spindulys prieš tai pasikeitė) (pav. 157). Oro mirgėjimas karštomis dienomis taip pat pareina nuo lūžio įvai-

raus šilto oro sluoksniuose. Ypatingai prie baltų sienų arba geležinkelų, kai nuo jų karštis atspindi. Taip pat žvaigždžių mirgėjimas remiasi spindulio krypties svyravimais. Sumaišę šilto ir šalto oro sluoksnius, gauname krintančias sroves ir krintančius ribinius (ribų) paviršius. O šie vėl veikia krintančių lūžį, dėl to spindulys nuolat keičia savo kryptį. Šis krypties kitėjimas yra mažas; akims jis atrodo mirgėjimu arba blikčiojimu.

Oro mirgėjimas.

Pagaliau mes dar matome sušalusio sniego kristalų blizgėjimą, iš dalies balta šviesa, iš dalies spektro spalvomis. Baltoji šviesa atsiranda dėl šviesos atspindžio nuo kristalų plokštumų, o spalvos dėl lūžio prie kristalų briaunelių.

Dangaus spalva.

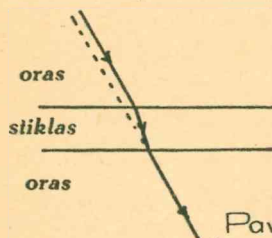
Mėlynoji šviesa yra smarkiai palenkiamą ir išsklaidoma, o geltonoji ir raudonoji mažiau tepakeičiamos. Pastarosios nepaveiktos pasiekia žemę, tačiau mėlynoji saulės šviesa esti išsklaidoma, ir dėl to dangų matome mėlynos spalvos.

Šia proga paminėkime dar porą kasdienio gyvenimo reiškinių: pirmiausia imkime langą (pav. 158). Langas yra stiklinis, taigi šviesos spindulys, praeidamas pro jį, lūžta. Tačiau, mes pro jį žiūrėdami, nepastebim nei krypties pakitėjimo, nei spalvų. Dėl ko taip?

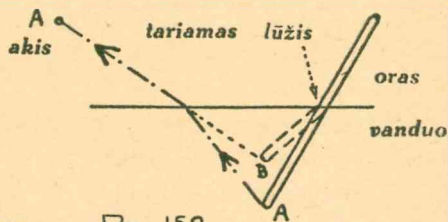
Langų stiklas.

„Nes abu lūžiai yra vienas antram priešingi“, tarė Algis.

„Teisingai. Gauname tik mažą lygiagretį spindulio pasistūmimą, bet paprastų langų stiklai yra ploni, tad ir pasistūmimo dėl jo mažumo visai nepastebime.



Pav. 158.



Pav. 159.

Antrą reiškinį gali tu pastebėti, jei kokį nors daiktą, pvz. šaukštą, vandeny įžambiai laikysi ir iš viršaus į jį taip pat įžambiai žiūrėsi. Tada aiškiai pastebėsi lūžį toj daikto vietoj, kur daiktas paneria į vandenį; be to, vandeny esanti daikto da-

Illūzusi lazda.

lis atrodys trumpesnė (pav. 159). Spindulys, išeinąs iš paner-
tojo galo, išeidamas pro vandens paviršių, lūžta ir eina taip
lėkštai, kad vietoj iš A, atrodo iš B išeinąs.

Kitą kartą žvilgtelėsime į ypatingą lūžio atvejį, pritaik-
komą technikoje, būtent, į lūžio pritaikymą lėšiuose, darant
optinius instrumentus“.

64 skyrius.

Optiniai instrumentai.

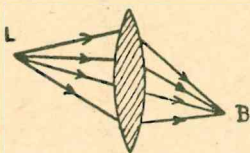
„Lėšius mes turėtume taip padaryti“, po kelių dienų Ig-
nas vėl aiškino, „kad visi spinduliai, išeiną iš vieno taško L, vėl
viename taške B susikirstų (pav. 160). Bet lėšiai yra stikliniai
kūnai ir jie skirtingas spalvas skirtingai laužia. O mūsų opti-
niai instrumentai turi duoti natūralius vaizdus. Tačiau pa-
prastai lėšiai daro klaidų, nes spinduliai, einą pro kraštą, rei-
kalingame taške visai nesusikerta.

*Lėšiai
be klaidų.*

Brangiuose instrumentuose turi būti tos klaidos pataiso-
mos. To pasiekiamo, panaudodami kelis įvairaus storumo ir
įvairaus stiklo lėšius, kitą prie kito arti priglausdami (pav. 161).
Galime pastebėti, kad šioje srityje kai kurios vokiečių firmos
susidarė pasaulinį vardą, pvz. K. Ceiso.

*Stiklas
did. ntojas.*

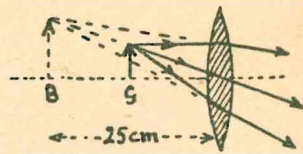
Paprasčiausias optinis instrumentas yra lupa (didinama-
sis stiklas). Ji yra paprastas, abipus iškilas, taigi ir neatitai-
sytas lėšis. Tiriamas daiktas laikomas taip arti lėšio, kad iš jo
einą pro lėšį spinduliai negali susikirsti (pav. 162). Jie taip



Pav. 160.



Pav. 161.



Pav. 162.

eina, lyg būtų iš taško B išėję. B yra daikto G tariamas vaiz-
das, jis yra padidintas. Akims stebėti yra patogiau, tada, kai
tiriamas daiktas, šiuo atveju tariamasis vaizdas, nuo akių yra

už 25 cm (aiškiausias matymo nuotolis). Lęšio židinį parenkame tokį, kad tariamasis vaizdas už lęšio būtų 25 cm“.

„Jei mes lupą laikytume toliau nuo daikto, gautume tikrą vaizdą. Ar tai nebūtų patogiau?“ paklausė Algis.

„Tavo teisybė. Bet čia mums nerūpi gauti tikrą vaizdą, kurį duoda tikras spindulių susikirtimas; dažniausiai tikrą vaizdą matome ekrane (kine). O čia, žiūrėdami į instrumentą, norime matyti tariamą vaizdą kiek galint aiškiaame matymo nuotolyje“.

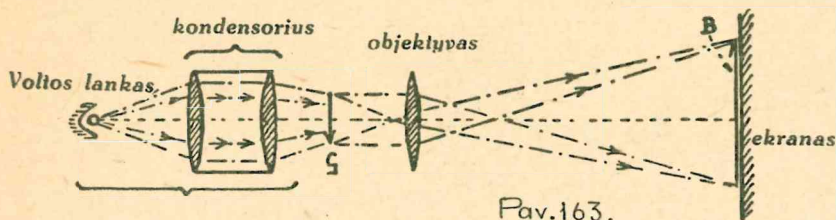
„Vadinasi, visi optiniai instrumentai duoda tariamus vaizdus?“

„Ne visi, tačiau visi tie, į kuriuos mes žiūrime. Pvz., mikroskopas. Jį sudaro du (be klaidų) lęšiai ir, be to, abu renkamieji. Pirmasis lęšis (objektyvu vadinamas), prieš kurį dedamas smulkus daiktas, duoda jo tikrą ir padidintą vaizdą; antrasis lęšis (okuliaras) duoda šio tikro vaizdo dar kartą padidintą, bet jau tariamąjį vaizdą, kurį mes ir matome. Teleskopuose taip pat yra objektyvas ir okuliaras. Okuliarą visada taip nustatome, kad tariamasis vaizdas būtų aiškiai matomas. Ilgiau prie šių instrumentų mes nesustosime. Tik truputį daugiau laiko skirsime instrumentams, kurie duoda tikrus vaizdus. Jie tinka tam reikalui, kai norime, kad daugelis žmonių galėtų kartu matyti tuos pačius paveikslus.

Teleskopas.

Akis yra taip pat renkamasis kintamo židinio lęšis, kuris gali būti taip nustatytas, kad tikrasis daikto vaizdas sudarytų akies užpakalinės sienelės tinkliniame apvalkale.

Akis.



Pav. 163.

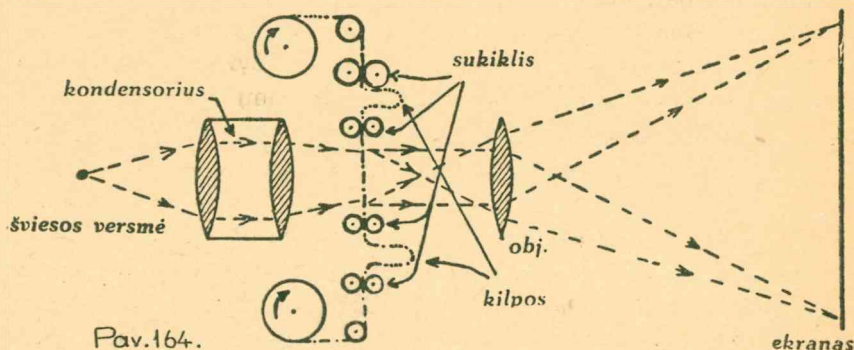
Epidiaskopas (pav. 163) (taip pat kino aparatas) duoda tikrus vaizdus. Renkamasis lęšis, vadinamas objektyvu, priverčia spindulius ekrane B susikirsti. Objektams naudojame peršviečiamus stiklus, arba filmų paveikslus, kuriuos peršviečiame

Epidiaskopas.

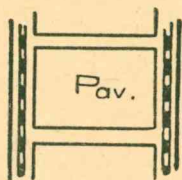
ypatingai stipriomis šviesos versmėmis. Kinuose šiandien šviesos versmėmis imamas Voltos lankas, nes jis duoda stiprią beveik iš vieno taško išeinančią šviesą. Prieš Voltos lanką yra lęšis (užpakaly jo — veidrodis), kuris įgalina visą šviesą panaudoti projekcijai. Dailtas, t. y. vaizdas ant stiklo G, turi būti apgręžtas (viršus — apačion, kairė — dešinėn, jei žiūrima spindulių kryptimi), ir jei norime, kad vaizdas B ekrane stovėtų tiesiai.

*Kino
aparatas.*

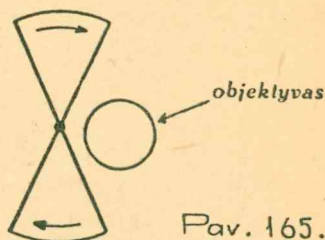
Kino aparatas optiškai yra toks pat, kaip ir projekcinis aparatas (pav. 164) (dar vadinamas diaskopu, nes projektuoja diapozityvus). Jis tik dar turi mechanizmą, kuris traukia filmą prieš kondensatorių. Abiejuose filmos pakraščiuose (pav. 165 a) yra skylutės, į kurias įeina mechanizmo ra-



Pav. 164.



165. a.

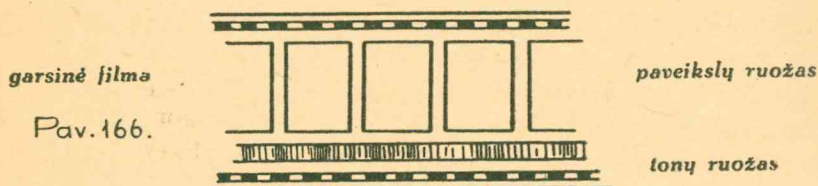


Pav. 165. b.

tų dantys. Filma ne tolygiai, bet šuoliais juda. Kiekvienas paveikslas pasilieka stovįs $\frac{1}{50}$ sekundės ir tos akimirkos metu jis nuprojektuojamas, o paskui slenka toliau. Kad šis judėjimas nebūtų matomas, prieš objektyvą sukasi propeleris (165 b), kurio sparnai taip sukasi, kad šviesa tik tada praeina, kai paveikslas ramiai stovi. Į sekundę leidžiame nuo 20 iki 30 pa-

veikslų, kurie kitas nuo kito tesiskiria labai mažais padėties pakitėjimais. Mūsų smegenys šiuos paveikslus sujungia į vieną judantį paveikslą.

Garsinę filmą sudaro du filmos ruožai: paveikslų ruožas ir garsų ruožas (pav. 166). Paveikslų ruožas yra visiškai garsinė filmą.

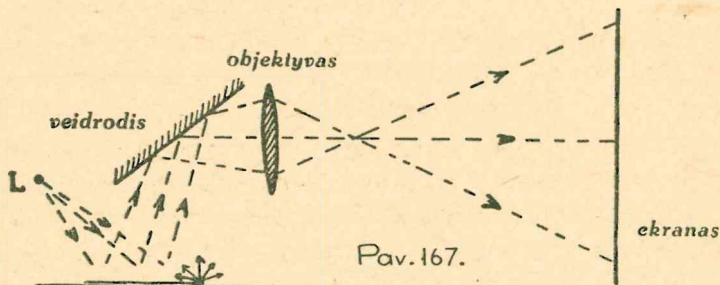


kai toks pat, kaip jau minėtas, jis ir projektuojamas taip pat. Be to, filma turi garsų ruožą. Jį sudarant, garso bangos (ypatingai jautriais įrengimais) pakeičiamos į šviesos versmės stiprumo mirksėjimus (virpėjimus), kurie tonų ruože virsta šviesiais ir tamsiais brūkšneliais. Kine šis tonų ruožas bėga pro kitą, taip pat gudriai padirbtą, įrengimą (seleno celė, foto celė), kuris šviesumo mirksėjimus pakeičia vėl į elektriškus svyravimus, o šiems bėgant per garsintuvą, vėl gaunamos garso bangos. Kadangi filma negali tuo pačiu laiku bėgti ir pro kondensorių ir pro seleno celę, tai paveikslui priklausęs tonas nėra greta paties paveikslo, bet tam tikru, visoms filmoms lygiu, nuotoliu atsilikęs. Filma pro seleno celę lekia ne trūkčiodama, bet tolygiai, panašiai kaip ritėje. Todėl prieš ir už kondensoriaus filma visada turi po kilpą, kad būtų įmanomas šuolinis filmos judėjimas prieš kondensorių.

Tonų ruožas gali būti ir vėliau pagamintas, o net ir kita kalba, jei tik žodžiai maždaug atitinka burnos judesius. Toks filmos sugarsinimas vadinamas sinchronizacija.

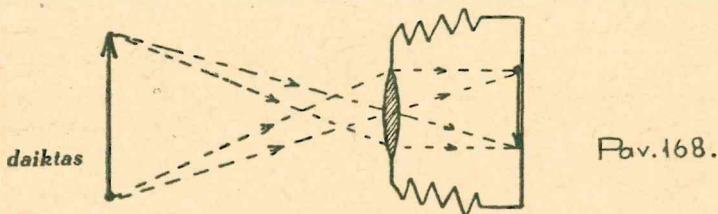
Neperšviečiamų paveikslų, pvz., projekcijai gauti iš knygų, vartojamas episkopas (pav. 167), kuriame daiktas nušviečiamas labai stipria šviesa. Nuo jo paviršiaus šviesa sklinda į visas puses. Dalis šviesos krinta į veidrodį ir eina per iškilą lęšį (objektyvą), kuris daiktą ryškiai atvaizduoja ekrane. Kadangi tik nedidelė dalis šviesos taip eina, tai ši projekcija

Epidiaskopas. yra tamsoka. Epidiaskopas yra episkopo ir diaskopo junginys. Sverto pagalba aparatas gali būti pritaikytas vienam ar antram projektavimo būdai.



Mikroskopo sujungimas su diaskopu leidžia pagaminti mikroskopinę projekciją, kuri gali būti iki 10 000 kartų padidinta, tačiau vaizdas gaunamas neryškus ir gali būti stebimas tik iš didesnio atstumo. Pavieniam stebėtojų toks paprastas mikroskopas duoda iki 1000 kartų padidintą ir aiškų vaizdą.

Kaip paskutinį optikos instrumentą, paminėsime fotoaparatą (pav. 168). Jo optinis principas yra labai paprastas: abi-



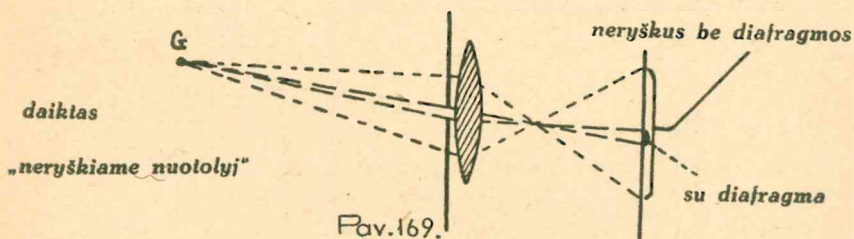
pus iškilas lęšis, tariant, renkamas lęšis, šviesą nepraleidžiančios dėžės užpakalinėje sienoje duoda tikrą (apverstą, sumažintą) vaizdą. Aparato kamera tam tikru prietaisu (užraktu) uždaroma taip, kad jokia šviesa nepatektų į dėžę, kurios užpakalinėje sienoje įstatoma šviesai jautri filma (arba plokštelė). Norint fotografuoti, reikia užraktą tam tikrą laiką atidaryti (apšviesti). Apšvietimo laikas pareina nuo aplinkos šviesumo. Šviesa suardo šviesai jautrų sluoksnį (pav. bromo sidabrą) juo labiau, juo šviesiau fotografuojami daiktai nušviesti. Silpniausiai veikia raudonieji spinduliai, stipriausiai mėlynieji, violetiniai ir ultravioletiniai“.

„Ultravioletiniai?“ nustebeš Algis pertraukė savo brolių.
„Jų mes visai nematome! Ir jie filme gali atvaizduoti paveikslą?“

„Žinoma! Ir Rentgeno spinduliai taip pat yra nematomi ir daug trumpesnių bangų, o taip pat ir gama spinduliai, tačiau jie visi stipriai veikia filmą. Bet yra ir tokių plokštelių, į kurias veikia raudonieji spinduliai, o taip pat ir infraraudonieji.

Paprastos filmos atidaromos ir ryškinamos tamsoje (arba raudonoj šviesoje). Ryškinas skystimas šviesos paveiktą sluoksnį išryškina, o fiksuojas skystimas (pvz., natriotiosulfatas) pašalina neapšviestas medžiagos dalis. Tuo būdu gauname negatyvą, t. y., filmą, kur šviesios gamtovaizdžio vietos yra tamsios ir priešingai.

Pakartokime šią procedūrą dar kartą, tik dabar negatyvą gerai priglauskime prie popieriaus, jautraus šviesai, ir apšvieskime jį pro negatyvą. Išaiškinę ir užfiksavę popieriuje gausime paprastą vaizdą (pozityvą).



Bet optiškai šis klausimas nėra taip paprastas! Šiuo būdu gautume tik vieną žemėvaizdžio daiktą, aiškiai fotografijoje atvaizduotą, nes tik tam tikrame atstume praeina pro lęšį spinduliai susikerta ant užpakalinės sienos. Kad galėtume skirtingai nutolusius daiktus ryškiai atvaizduoti, vartojame diafragmą. Sakykime, kad pro lęšį eina visai mažas šviesos pluoštas, tai negerame atstume esančio daikto vaizdo neryškumas yra toks menkas, kad vaizdas mūsų akims atrodo visai ryškus (pav. 169). Norint ryškiai atvaizduoti arti ar toli esančius daiktus tuo pat metu, dar daugiau diafragmą siauriname. Bet tada mažai tepatenka šviesos į aparatą, ir dėl to turime ilgiau išlaikyti. Tik nevisuomet taip galima. Pvz., sporto nuotraukas (šoki-

Diafragma.

mus) darant, reikia diafragmą kiek tik galima atidaryti, kad tik trumpiau tereikėtų išlaikyti. Nes šokančiojo kūnas, apšvietimo metu taip toli nujudą, kad vaizdas išeina ištemptas. Tai gi, norint išlaikyti ryškumą, tokiose nuotraukose (taip pat dažnai ir filmose) reikia atsisakyti priešakinio arba užpakalinio fono“.

Čia Algiui kilo vienas klausimas: „Ką reiškia skaičiai, kurie visuomet yra nurodomi greta aparato kainos?“

„Dažniausiai nurodomi du dydžiai: židinio nuotolis $f = \dots$ cm, kuris paprastai yra objektyvo didžiojo židinio nuotolis. Jis yra ir aparato ilgis, kai aparatas nustatomas į „begalybę“ (žiūr. 196 pusl.).

Antras dydis nurodo šviesos stiprumą. Tai ne šviesos stiprumas Hefnerio žvakėmis, bet santykis objektyvo skersmens su židiniu.

Turiu aš, pvz., $f=10$ cm ir šviesos stiprumą 1:4, tai reiškia, kad objektyvo židinyje turi 10 cm, o santykis objektyvo skersmens su židiniu 1:4; tatai rodo, kad objektyvo skersmuo yra 2,5 cm.

Pagaliau, mielas Algi, prieiname šventadienišką momentą, kada mūsų pirmas įžanginis pasivaikščiojimas po fiziką pasibaigia. Visa, ką girdėjai, dar kartą gerai sugromulok, tada galėsi toliau studijuoti specialias sritis, kaip radiją, televiziją ir t.t. Be šios medžiagos, tu ten stovėsi kaip prie uždarytų durų. Jei kada tu taip toli nueisi, tai visur rasi lengvai suprantamų, tačiau giliai į specialią mokslo sritį vedančių knygų. Prie mūsų pamokų noriu dar pridėti mažą priedelį apie garo mašinas, vidaus degimo variklius, turbinas, paskui truputį apie televiziją ir dar apie vieną kitą idomų fizikos klausimą. Tu gali pats juos lengvai suprasti, nes esi gerokai įsigilinęs į fiziką. Taip pat tu ten rasi svarbiausią fizikos dėsni, kurį jau mes pakartojome: tai energijos patvarumo dėsnis. Pagaliau pridėsime trumpą fizikos istorijos skyrelį, rodantį, tarp ko kita, ką fizikų atradimai yra davę pramonei ir prekybai“.

7 D A L I S .

P r i e d ė l i s .

65 s k y r i u s .

Techniški pritaikymai.

§ 1. Garo mašinos.

Stūmeklinė garo mašina susideda iš trijų dalių: garo katilo, tikrosios mašinos (cilindero) ir kondensatoriaus.

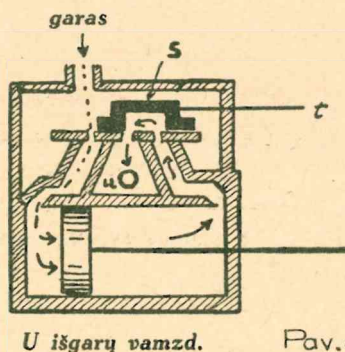
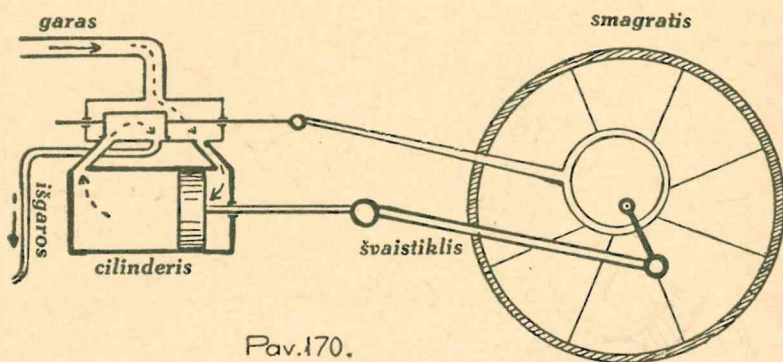
G a r o k a t i l a s turi kaitinimo vamzdžius, pro kuriuos eina karšta dujų liepsna. Tuo būdu katile esąs vanduo virsta garu ir renkasi garų patalpoje. Joje paprastų mašinų slėgimas siekia iki 16 atm.

Cilinderyje įvyksta stūmeklio judėjimas pirmyn ir atgal, kuris priverčia suktis su juo ekscentriškai švaistikliu sujungtą smagrati.

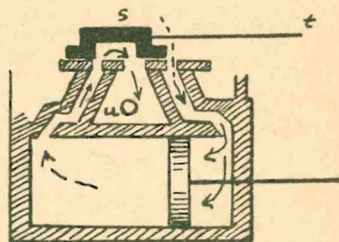
Cilinderyje stūmeklis yra garų stumdomas pirmyn ir atgal. Pav. 171 garas veržiasi į kairę ir stumia stūmeklį į dešinę; pav. 172 viskas vyksta priešingai. Garų padavimą valdo sklendė (šyberis) s, kuri štangos t yra taip pat judinama pirmyn ir atgal. Pav. 171 garai, esą stūmeklio dešinėje, išeina pro u (atitinkamai pav. 172). Varpstė t yra su smagračiu taip ekscentriškai sujungta, kad jos judėjimas pirmiau įvyksta negu stūmeklio. O tas yra reikalinga tiksliam garų padavimo pakirstymui.

Smagratis paprastai yra masyvus ir dėl to yra labai inertus, t. y. sunku jį išjudinti arba judantį sustabdyti. Tuo būdu pasiekiamas lygus mašinos veikimas, priešingai kapotiesiems pavieniams stūmeklio smūgiams.

Kondensatorius surenka iš cilindro išstumtus garus ir juos atšaldydamas vėl paverčia vandeniu. Tuo ne tik sumažiname mašinai reikalingą vandens kiekį, bet ir katilo



Pav.171.

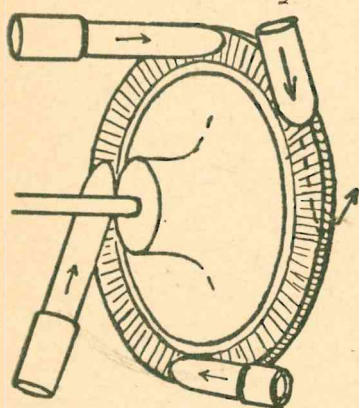


priakmenėjimą, kuris pasidaro verdant šulinio kalkiuotam vandeniui, kai, žinoma, destiliuotame vandenyje jokių kalkių nėra.

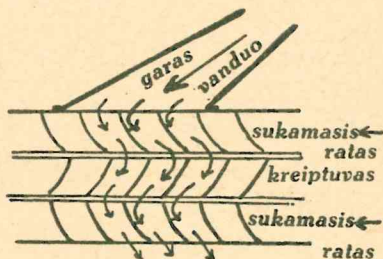
§ 2. Turbinos.

Turbinos yra varomos aukšto slėgimo garų arba didelio greičio vandens srovės. Abu atvejai yra gerokai panašūs. Garas pro vamzdžius veržiasi į priešais esančio rato vėtykles (šiūpelius) (pav. 173). Ten garas, keisdamas savo kryptį, spaudžia turbiną aplink ašį sukimosi linkme. Kaip šaunant parako dujos, taip labai suspausto garo srovė turi didelį greitį, dėl to tikrovėje tokios turbinos turi didelį apsisukimų skaičių. Pa-

prastai garus leidžia pro daug ratų, taip, kad jų slėgimas mažu krinta. Tarp šių pavienių ratų yra stovį kreipiamieji ratai, kurie grąžina garui pirmykšią kryptį (pav. 174).



Pav.173

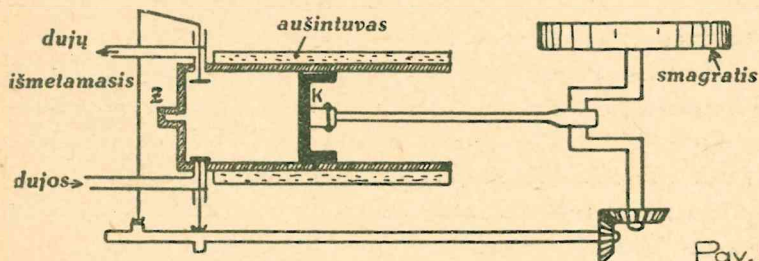


Pav.174.

Turbinos, palyginus su garo mašinomis, turi daug pirmenybių. Jos neturi smagračio ir vis dėlto dar ramiau eina. Kadangi jose nėra šen ir ten judančių ir tuo būdu smogiančių dalių, dėl to jų nereikia įtaisyti į tokias stiprias įtvaras, kokių reikia stovinčioms garo mašinoms. Jų aptarnavimas yra paprastesnis ir pigesnis.

§ 3. Vidaus degimo motoras.

Pirmiausia mes išnagrinėkime paprasčiausią keturių taktų motoro atvejį, kokį mes randame automobiliuose. Kaip ir garo mašinoje, taip ir čia yra pirmyn ir atgal judas stūmeklis K, švaistiklis ir smagratis (pav. 175). Stūmeklis juda gerai pri-

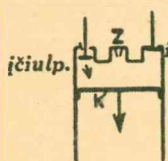


Pav.175.

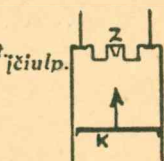
taikytame cilinderyje, kurio vienas galas yra atdaras. Tarp stūmeklio ir cilindro yra „smūgio erdvė“, kurioje yra pdegamoji žvakė Z ir du ventiliai, t. y. angos, kurios automatiškai atsidaro ir užsidaro. (Apačioje besisukančio veleno iškilimai atidaro ir uždaro angas).

1. Įčiulpimo taktas (pav. 176). Įčiulpimo ventilis yra atdaras, išmetimo ventilis uždaras. Judant stūmekliui žemyn, pro pirmąjį įčiulpimą iš pulverizacijos kameros oro (93%) ir benzino garų (7%) mišinio! (Įčiulpimas remiasi erdvės padidėjimu tarp stūmeklio ir cilindro). Kai K pasiekia apačią, tai įčiulpimo ventilis užsidaro.

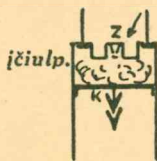
2. Suspaudimas (kompresija) (pav. 177). Dabar stūmeklis eina (dėl smagračio inercijos) aukštyn; abu ventiliai yra uždaryti. Cilinderyje esąs mišinys dėl to yra stipriai suspaudžiamas. Stūmeklis pakyla iki viršutinės cilindro sienos. Tą akimirką, kai stūmeklis apsigręžia arba prieš tai (pavėluotas arba paankstintas uždegimas), pdegamojo žvakė šoka kibirkštis.



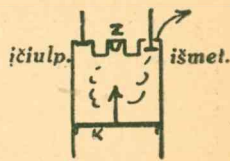
Pav. 176.



Pav. 177.



Pav. 178.



Pav. 179.

3. Darbo taktas (pav. 178). Tuo būdu užsidega dujų mišinys, kuris sudega žaibo greitumu ir duoda didelį sudegusių dujų kiekį, jos dėl aukštos temperatūros skečiasi su milžiniška jėga. Dėl to stūmeklis vis lekia žemyn ir suteikia smagračiui naujos varomosios jėgos. Darbo takto metu abu ventiliai yra uždari.

4. Išmetimo taktas (pav. 179). Kai stūmeklis pasiekia apačią, tai išmetimo ventilis atsidaro, ir nauju smagračio smūgiu aukštyn kyląs stūmeklis išvaro iš cilindro sudegusias dujas laukan. Kai K pasiekia viršų, išmetimo ventilis užsidaro, ir tuo pačiu laiku atsidaro įčiulpimo ventilis, ir vyksmas prasideda iš naujo.

Iš keturių judėjimų trys yra dėl stūmeklio išibėgimo; tik dalis darbo takto duoda naują pasukimą. Dėl to smagratis yra labai svarbus. Kad sumažintume laiką tarp dviejų darbo taktų ir pasiektume lygesnį (ir pajėgesnį) ėjimą, auto motoruose įtaisome kelis cilinderius. Suprantama, kad jų darbo taktai nesutampa, bet yra taip paskirstyti, kad duotų lygesnį sukimą.

§ 4. Dizelio variklis.

Dizelio variklis dirba taip, kaip keturių taktų benzino motoras. Jis ir padirbtas panašiai, tik neturi padegimui žvakių. Čia įkiulpiamas grynas oras, kuris suspaudimo taktu suspaudžiamas iki 35 atm. ir dėl to įkaista virš 600 laipsnių. (Greitai suspaudus dujas, jos įkaista ir nesuteikus joms šilumos; palyg. dviračio pompą). Degamoji medžiaga (nafta) labai smulkučių lašelių pavidalu išvirkščiama į tą orą. Čia ji pati užsidega. Jos žaibiškas sudegimas veikia taip, kaip veikia benzino dujų mišinys. Kai nėra padegamųjų žvakių, yra patogu, nes motoras nepareina nuo elektriškų įrengimų ir dėl to elektriškai nepaveikiamas. Kita jo gera ypatybė, kad nereikia brangaus benzino ar benzolo, nes jam tinka pigesnė degamoji medžiaga (nafta).

§ 5. Raketa (palyg. su 62 pusl.)

Padarykime tokį bandymą: prie vandentiekio laiduko pritvirtinkime guminę žarną, kurios apatiniame gale yra įkištas stačiu kampu sulenktas stiklo vamzdelis. Pradžioje jis kabos nusviręs (pav. 180). Bet jei leisime vandeniui tekėti, tai vamzdelis pasistums į priešingą vandens srovei pusę. Taigi, apskritai, galime tvirtinti: jei vienas kūnas atsistumia nuo kito kūno, tai paskutinysis juda priešinga linkme. Norint gauti didesnį efektą, „atsistumiančiu“ kūnu imama dujų masė, kuri sprogdama veržiasi iš vamzdžių. Dėl aukštos dujų temperatūros ir dėl valdymo sunkumų tokios raketos praktikoje dar nevartojamos. Tačiau reikia pasakyti, kad raketos principas įvykdomas be prieštaravimų. Toliau, raketos veikimas nesiremia atsispyrimu į orą, bet lygiai



Pav. 180.

gerai veikia ir beorėje erdvėje. Iš fizikos pusės lekiojimo beore erdve (tarpplanetinė erdve) klausimas nesudaro sunkumų, bet yra finansinių ir ypač fiziologinių kliūčių. Iš viso, dar nėra žinoma, ar žmogus galėtų palikti gravitacijos lauką.

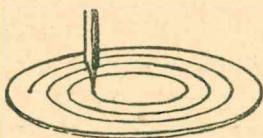
§ 6. Vandens ir oro sraigtas.

Traukiamasis ir spaudžiamasis sraigtas veikia šiuo principu: jie spirališkai išsigręžia į medžiagą (vandenį, orą). Laivų sraigtų veikimas yra aiškus, dėl lėktuvo propelerio veikimo turime pabrėžti, kad jis lėktuvo nekelia, bet tik traukia priekin. Jis yra keliamas viršutinio ir apatinio sparnų slėgimų skirtumo. Kai greitis per mažas, ši oro kėlimo galia silpna ir nepaneša lėktuvo. Taigi lėktuvui skrendant, propeleris yra tiek naudingas, kiek jis suteikia jam greičio (palyginant su aplinka), kuris įgalina jį laikytis ore.

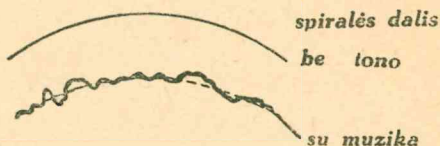
Po šių modernių susisiekimą priemonių paminėsime dar porą naujausių laikų atradimų, kurių vienus žmonės gerai pažįsta, kaip patefono plokštelė, o apie kitus tėra, gal būt, tik girdėję, kaip televizija.

§ 7. Patefono plokštelė.

1. Gaminimo principas. Mikrofono pagalba garso bangos paverčiamos į srovės svyravimus. Ši srovė teka per elektromagnetą, tada jo stiprumas svyruoja garso bangos taktu. Dėl to ir plieno adata ten virpa. Jei iš pradžių adata laikosi lygiai, tai ji išbrėžia sukamoje vaškinėje plokštelėje spirali-



Pav. 181.



Pav. 182.

nę vis mažėjančio spindulio liniją (pav. 181). Bet veikiant garso bangoms, plieno adata virpa, ir spiralė virsta (pakankamai

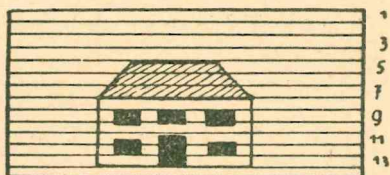
padidinus) bangų linija (pav. 182). Paskui plokštelė užgrūdinama ir tam tikru būdu padauginama.

2. P a t e f o n a s. Patefonas dirba visiškai panašiai, tik visas vyksmas eina priešingai. Patefono plieninė adata bėga spirale ir kartoja bangos vyksmą. Ji svyruoja taip pat, kaip kad plieno adata svyravo gaminimo aparate. Šiais laikais tie virpėjimai dažnai paverčiami elektros srove, kuri per garsintuvą duoda atitinkamus garsus. Patefonuose plieno adatos virpėjimai perduodami tiesiai membranai.

§ 8. Paveikslinis telegrafas — televizija.

Pirmiausia šviesos spindulys bėga per pirmąjį paveikslo (diapozityvo arba filmos) ruoželį. Užpakaly yra seleno celė (žiūr. 208 psl.). Įvairūs atskirų vietų šviesumai sukelia įvairaus stiprumo srovę, kurią mes siunčiame priėmėjui laidais arba bangomis.

Pav. 183



Spindulys, perbėgęs pirmąjį ruoželį, bėga per antrąjį ir t.t (pav. 183). Perdavimas yra geresnis, jei daugiau ruoželių pavartojame vienam paveikslo aukščio centimetre. Paprastose paveikslų telegramose šis susmulkinimas yra lengvas uždavinys. Televizijoje daroma taip, kaip filmoje: siunčiama 25 paveikslai per sekundę. Taigi spindulys turi mažiau kaip per $\frac{1}{25}$ sekundės dalį perlėkti vieną eilutę. Šie sunkumai šiandien yra nugalėti. Kai norime kurį įvykį televizoriumi pranešti, tai jį turime nufilmuoti, filmą (per 1 minutę) išaiškinti bei fiksuoti ir kiekvieną paveikslą paversti bangomis. Aparatai, kurie tuoju paverčia paveikslus šviesos svyravimais (ikonoskopai), dabar dar vis tebetobulinami.

Sugavę tokias bangas, pirmiausia jas paverčiame į srovės virpėjimus. Tačiau sunkiausia yra srovės virpėjimus paversti

šviesos poveikiais. O čia svarbiausia, kad kiekvienas šviesos poveikis būtų tinkamu momentu tinkamoje vietoje. Tą pasiekiamo su „Brauno vamzdžiu“. Suprantama, kad šioje knygoje netelpa visos detalės, dėl to jų ir nenagrinėsime. Jas galime surasti daugelyje specialių populiariai parašytų knygų.

Apskritai, televizijoje vartojamos „ultra trumpos“ bangos. Jos, priešingai radijo bangoms, yra mažiau sulaikomos kliūčių, kaip kalnų ir t. t.. Dėl to televizijos stotys statomos tokiose vietose, iš kurių bangos gali toli sklisti netrukdomos (Brocheno kalne, Harco; Cugšpicėje, Tirolyje ir k.). Apskritai, kiekvienas priimtuvas gali sugauti tik vieną siųstuvą. Tai yra ir patogu, nes dviejų siųstuvų išskyrimas vargiai ar bus galimas.

§ 9. Seleno celė ir fotocelė.

Abi celės yra tokie aparatai, kurie šviesos svyravimus pakeičia į elektros srovės svyravimus. Seleno celė susideda iš gabalėlio seleno, t. y. medžiagos, kurios varža keičiasi, keičiantis apšvietimo stiprumui. Krintant šviesos spinduliui ant jo, jo varžos kitėjimas iššaukia srovės stiprumo kitėjimus.

Fotocelė susideda iš tokios medžiagos, kuri nušviesta siunčia elektronus (pvz., kalis) ir taip padaro elektros srovę. Modernioje technikoje pasitaiko abi celių rūšys. Be anksčiau minėto televizijos aparato, jos dar vartojamos vadinamuose optiniuose traukinių saugikliuose, kurie vokiečių geležinkeliuose jau praktikuojami. Garvežio priešaky yra įtaisyta maža lempa, kurios spindulys (geriausia ultra raudonas, nes jis labiau prasiveržia pro garus ir rūką) eina stačiai aukštyn. Signalas susideda iš veidrodžio, nustatomo įvairiu kampu. Pagal atitinkamą nustatymą reflektuotas spindulys krinta ant vienos iš fotocelių, kuri yra mažoje dėžutėje priešakinėje garvežio pusėje. Įvairios fotocelės paveikia mašiną automatiškai norimu būdu (sustabdyti, greitį sumažinti ir t. t.). Dėl to pavojai dėl tarnautojų klaidų yra gerokai pašalinti ir padarytas esminis žingsnis prie visiškos keliaujančiųjų apsaugos.

Pagrindinis fizikos dėsnis.

Pajėgumas (galėjimas) dėl esamos padėties ar dėl judėjimo atlikti darbą vadinamas energija. Šį dėsni geriau paaiškina pavyzdžiai.

Kūnas turi potencinės energijos, jei jis gali dėl savo svorio judėti (žemyn) ir dėl to savo energiją pakeisti kinetine energija (smarkumu). Vanduo tvenkiny turi potencinės energijos. Jam krintant jėginės vamzdžiais žemyn, potencinė energija virsta kinetine energija. Šią jėginę paverčia į kitos rūšies kinetinę energiją, būtent, į turbinos sukimosi energiją. Prie šių mechanikos energijos rūšių taip pat priklauso stangrumo energija, pvz. įtemptos spyruoklės (laikrodžio spyruoklės), ir bangavimų energija, ypač garso bangų energija.

Nuo minėtų energijos rūšių iš esmės skiriasi tos rūšys, kurių glūdi molekulių viduje. Tai yra magnetinė energija, elektros energija, spinduliavimo energija (šviesos energija!), o taip pat cheminė ir šiluminė energijos. Svarbiausias fizikos dėsnis šiaip pasakomas:

Energija negali būti iš nieko gauta ir niekur negali dingti. Iš tikrųjų kiekviename fiziniame ir cheminiame vyksme (procese) tik pasikeičia viena energijos rūšis kita rūšimi. Bet visada suma turėtosios energijos prieš vyksmą yra lygi sumai pasikeitusios energijos po vyksmo (Robertas Meijeris).

Daugely vyksmų šis dėsnis atrodo mums savaime suprantamas. Tačiau dažnai lieka mūsų nepastebėta viena vyksmuose kylanti energijos rūšis: šiluma. Ji, būtent, visada atsiranda, kai reikia nugalėti trintį arba kitą kokią pasipriešinimą. Tegu, pvz., vagonas, pastumtas lygiais bėgiais, pamažu sustoja — visa jo kinetinė energija pasikeis šiluma! Tiesa, apčiuopiamo bėgių įšilimo mes nepastebėsime. Bet tiksliausi bandymai turės mus įtikinti, kad faktiškai tiek šilumos atsiranda, kiek iš pradžių turima kinetinė energija galėtų duoti.

Išnagrinėkime, pvz., fotografinės nuotraukos (elektros šviesoje) energijos versmės. Apšviečiant (šviesos energija) filmą, iššaukiamas jos sluoksnio pakitėjimas (cheminė energija). Šviesa buvo kilusi iš lemputės, kur viela dėl stipraus išilimo skleidė šviesą (šiluminė energija į šviesos energiją). Ši viela aukšta temperatūra kilo dėl srovės (elektros energija į šiluminę). Srovė kilo generatoriuje, kuris yra turbinos sukamas (kinetinė energija į elektrinę energiją, iš dalies taip pat į magnetinę). Tvenkinio vanduo, krisdamas žemyn, privertė turbiną judėti (potencinė energija į kinetinę). Vanduo savo potencinę energiją gavo iš saulės, kuri savo spinduliais išgarino jūrų vandenį (spinduliavimo energijos pasikeitimas į potencinę energiją). Iš kurių procesų semia saulė savo energiją, mes nebe-nagrinėsime; mokslininkai kurią nors dieną tiksliai atsakys ir į šį klausimą.

Tyrinėdami visus galimus procesus ir ieškodami jų pirminės energijos versmės, visada prieisime saulę. Pagaliau ir anglyse slepiasi saulės energija; juk kadaise anglis buvo medžiai, kurie negalėjo augti be saulės.

Svarbiausieji praktiškos energijos pasikeitimai yra šie:

Potencinė energija į kinetinę energiją: tvenkinys, laikrodžio svoriai.

Kinetinė energija į potencinę energiją: vandens siurblys.

Kinetinė energija į stangrumo energiją: spyruoklės prisukimas.

Kinetinė energija į elektros energiją: generatorius.

Kinetinė energija į šiluminę energiją: trintis.

Stangrumo energija į kinetinę energiją: laikrodžio atsiskimimas.

Elektros energija į potencinę energiją: elektrinis kranas (griežtai pasakius, per kinetinę energiją).

Elektros energija į judėjimo energiją: elektromotoras.

Elektros energija į spinduliavimo energiją: Geislerio vamzdeliai.

Elektros energija į šiluminę energiją: varža, lemputės.

Elektros energija į cheminę energiją: elektrolizė.

Spinduliuojanti energija į elektros energiją: fotocelė.

Spinduliuojanti energija į cheminę energiją: fotografovimas.

Spinduliuojanti energija į šiluminę energiją: Žemės išilimas nuo saulės spindulių.

Cheminė energija į kinetinę energiją: vidaus degimo varikliai.

Cheminė energija į elektros energiją: akumulatoriai.

Cheminė energija į spinduliavimo energiją: fluorescensija.

Cheminė energija į šiluminę energiją: degimas.

Šiluminė energija į kinetinę energiją: garo mašinos.

Šiluminė energija į elektros energiją: termoelementas.

Šiluminė energija į spinduliavimo energiją: karšto kūno žėrėjimas.

Šiluminė energija į cheminę energiją: endoterminiai procesai, pvz., kalkių išdegimas.

Čia yra santrauka dažniausiai pasitaikomų energijos pasikeitimų (persimainymų) praktikoje. Tik retais atsitikimais kuri nors energijos rūšis virsta viena kita energija. Dažniausiai atsiranda iš karto kelios naujos rūšys, kurių tarpe šiluma yra įprastas reiškiny.

Apie visatoje esančius energijos kiekius mes nieko negalime tvirtinti. Mes nieko negalime tvirtinti net apie tai, ar tie kiekiai yra riboti, ar neriboti. Bet ne į tokius klausimus mums ir rūpi atsakyti; mums svarbu nustatyti praktiškai reikšmingą ir naudingą dėsni, energijos patvarumo dėsni.

Šiuose svarstymuose mes sąmoningai praleidome vieną energijos rūšį, kuri ateity, o net ir dabar jau mokslui turi didelės, nors ir paslaptingos, reikšmės. Tai atomuose glūdinti energija. Ji pasireiškia atomui skylant. Jos priežastis yra medžiagos išspinduliuavimas. Tačiau platesnis ir gilesnis šio klausimo tyrimas toli išeina iš šios knygos ribų.

67 skyrius.

Fizikos istorija.

Iš fizikos istorijos senovės laikais nedaug ką turime pasakyti. Šiandien žinome, kad jau senovės egiptiečiai, statydami piramides, pažinojo svarto, veleno ir nuožulnios

plokštumos dėsnius. Taip pat lygiagretės svarstyklės yra atsiradusios anais tolimesiais laikais. Apskritai, anuomet daugiau domėtasi astronomija ir jos nuklydusiąją seserimi astrologija; nuo grynojo mokslo būdavo nukrypstama į tikiybinius ir pasaulėžiūrinius klausimus. Ypač nebuvo anuomet bandoma (eksperimentuojama), o pasikliaujama vien filosofiniais samprotavimais ir teorijomis. Iš šių pastarųjų įvairios pažiūros apie žemės pavidalą, apie dangaus kūnus ir k. buvo užsilikusios ligi pat viduramžių pusės, nežiūrint to, kad jos negalėjo išaiškinti daugelio reiškinių ir kad daug kur, kaip šiandien žinome, buvo klaidingos. Sakysim, Aristotelis manė, kad sunkūs daiktai greičiau krinta kaip lengvi. Teisingi anų laikų dėsniai yra Euklido (300 m. prieš Kristų) atrastasis šviesos atspindžio dėsnis; toliau Archimedo (200 m. p. Kr. Sirakūzuose) rastieji sverto, sraigčių ir ratų dėsniai ir skysčio keliamoji jėga. Archimedas tiek pralenkė savo laikus, kad mechanikoje beveik ištisus 1800 metų nebuvo naujų atradimų. (Jis statė svaidomąsias mašinas ginti savo gimtajam miestui ir žuvo kovoje dėl jo).

Orą, kaip fizikos kūną, pažino Heronas (100 m. p. Kr.); anksčiau jis būdavo „nieku“ laikomas. Taip pat senovėje buvo žinomos magnetinių mineralų savybės. Orientacijai magnetą ligi viduramžių temokėjo naudoti vien kinai.

Įdomiausias mokslinis anų laikų palikimas yra „Ptolomiejaus pasaulio sistema“, kurioje Ptolomiejus (130 m. po Kr.) išdėstė nuomonę, kad Žemė yra visų pasaulio reiškinių centras, o Saulė ir žvaigždės — antraeiliai kūnai. Ši pažiūra išsilaikė 1300 metų su viršum; o išsilaikė, be ko kita, dar ir dėl to, kad kitokios pažiūros tikiybiniu požiūriu būdavo persekiojamos.

Viduramžiais ligi 1500 metų Europoje naujo mokslo kaip ir nebuvo. Pasaulinių ir tikiybinių karų suskaldytos tautos galėjo išugdyti žymių karvedžių, bet ne mąstytojų. Nedaugelis žmonių, pasislėpusių nuo kovų už vienuolynų sienų, kurie būtų galėję atsidėti mokslui, dažnai paskėsdavo nevaisinguose klausimuose, kur susidurdavo tikyba ir burtai (vadinamieji scholastikai, kurie svarstydavo net tokius klausimus, kiek angelų galėtų tilpti kuriame inde). Trukdė mokslą ir tai, kad di-

desnis nusimanytas, ypač gamtos moksluose, būdavo apšaukiamas raganybe ir baudžiamas net laužo bausme. Šviesesnis žmogus turėjo bijotis būsiąs įtartas turįs santykių su velniu, esąs raganius, už ką grėsė mirties bausmės pavojus. Dėl to nereikia stebėtis, kad anais laikais Europoje neatsiranda nė vieno vardo, kuris galėtų puošti fizikos istorijos lapus. Tik iš rytų buvo šiek tiek nauja girdėti apie mokslo pažangą. Galimas daiktas, kad europiečių prosenoliai žegnodavosi girdėdami, kad kinams laivų kryptį nurodanti magnetinė plunksnelė ar kad arabai išradę lėšius ir įtikinėję, jog žmogaus akis taip pat esanti lėšis. Taip pat arabui, vardu Alkaciniui, turime būti dėkingi už „specifinio svorio“ sąvoką.

1500 — 1650 m. Apie 1500 metus prasiskverbė nauji šviesos spinduliai iš pietų, vadinamasis renesansas. Šis „atgimimas“, iškėlęs senovės meno grožį, taip pat atnešė mokslo išvadavimą ir galimumą, laisvai galvojant, ieškoti mokslinių tiesų. Tuoju susvyravo šimtmečiais nusistovėjęs pasaulėvaizdis. K o p e r n i k a s (1473 — 1543) mokė, kad Žemė sukasi apie Saulę, kad ji yra viena iš daugelio panašių planetų. Tuo būdu jis pagrindė mūsų šių dienų pasaulėvaizdį. Netrukus olandų akinių tekintojai išrado teleskopą ir atvėrė naujus galimumus tyrinėti šią sritį. Ir iš tikrųjų apie 1600 metus K e p l e r i s at-randa savo garsiuosius dėsnius, kuriais buvo galima tiksliai iš anksto apskaičiuoti planetų judėjimai!

Dar viena kliūtis reikėjo pašalinti, kad mokslo pažangai būtų visai atvertas kelias. Dar vis tebebuvo mąstoma per daug scholastiškai. Mokslininkai savo „bandymus“ vis dar tebedarydavo vien savo galvoje ir baimindavosi, kad tyrimo rezultatų nepasirodytų nesuderinami su išgalėjusiais įsitikinimais ir papročiais. Tikrų gamtinių eksperimentų daryti nedrįsdavo. Kai koks retas eksperimentas nesusiderindavo su teorija, tai dažniausiai jam (eksperimentui) tekdavo nukentėti, o ne teorijai.

Pirmasis vyras, kuris įžiūrėjo tikrą gamtos eksperimento reikšmę, buvo italas Galileo Galilejis. Jam turime būti dėkingi už dėsni, kad visi kūnai (beorėje erdvėje) krinta vienodu greičiu, toliau už jėgų lygiagretainį, už auksinę mechanikos

taisyklę ir k. Ypatingas jo nuopelnas yra tas, kad jis išmokė gamtininkus pirmą eksperimentuoti ir tik paskui iš eksperimento rezultatų nustatyti dėsnius.

Nors Galilejis už Koperniko pažiūrų rėmimą buvo teisiamas ir tremiamas, bet vis dėlto jam priklauso garbė, pradėjus naują mokslo pakilimo laikotarpį.

Visose fizikos srityse prasideda sąjūdis: Gilbertas, anglų karalienės Elzbietos gydytojas, atranda trynimo elektros ir žemės magnetizmą.

Gasendis (Paryžiuje) sukuria medžiagos molekulių bei atomų teoriją ir išmatuoja garso greitį. Florencijoje pasirodo pirmieji termometrai.

1650 — 1800 m. Įžengiamojo nevaržomo mokslo klestėjimo laikas; atradimas seka atradimą, ir iš gamtos mokslų išauga didžiulis naujų faktų ir dėsnių rūmas; drauge iškyla ir begalės naujų klausimų ir mįslių.

Dekartas ir Hiuigensas jau nujaučia visų dėsnių dėsni, energijos patvarumo dėsni, ir tuo būdu išsklaido perpetuum mobile sapną. Hiuigensas atranda švytuoklinį laikrodį ir tuo būdu gauna prietaisą tiksliam laiko matavimui, be ko nebegalėjo apsieiti astronomija.

Gerikė ir Toričelis atranda oro slėgimą, ir pirmasis jį ypač puikiai parodo savo garsiais „Magdeburgo pusrutuliais“. Niutonas dar kartą pagrindžia visą mechaniką ir ją papildo savo masių gravitacijos dėsniu. Jis pradėjo ir spalvų bei spektro mokslą.

Papinas atranda vandens garų slėgimą ir pastato pirmąją garo mašiną, kurią praktikai pritaikė ir patobulino Vatas.

Jau atsirado žmonių, kurie fizikai patikėjo savo gyvybę ir tuo būdu atvėrė žmonijai naują sritį: Mongolfijė 1783 metais pirmas pakilo balionu į dausas!

Tik viena fizikos sritis tebeskendėjo tamsybėse, jei neminėsimė kelių praktiškai neišnaudotų patyrimų. Tai — elektros mokslas. Jo pergalės žygis prasidėjo tik sekančiame amžiuje; užtat elektra atkreipė į save ne tik visų dėmesį, bet pati įsiveržė į žmonių gyvenimą daugiau negu kitas kuris atradimas.

1800 — 1900 m. Pagaliau prasideda laikas, kai fizika pagimdo puikią ir nepaprastai gabią dukterį: techniką. Ji stveria fizikos dėsnius, kad pritaikytų juos mašinoms; mašinos paveržia iš žmogaus duoną, išjudina mases, iškasa didžiulę prarają tarp masių ir nedaugelio turčių, kurių kapitalai ima be galo augti. Bet kur daug šviesos, taip pat daug ir šešėlių, ir priešingai. Technika taip pat paima iš žmogaus sunkiausią darbą ir praturtina jo gyvenimą tokiais atradimais, kaip radijas, filma ir kit. Priešakyėjusių italų, prancūzų ir anglų mokslininkų eiles ima vis daugiau ir daugiau papildyti pirmiausia vokiečiai, paskui skandinavai, amerikiečiai ir kitų tautų atstovai.

Pirmiausia Heršelis atranda ultraraudonuosius ir ultravioletinius spindulius, o Fraunhoferis ištiria saulės spektrą. Švabų gydytojas Robertas Meijeris aiškiai nusaką energijos patvarumo dėsni, kuriam vėliau Helmholtzas duoda mokslinį pavidalą. 1807 m. išplaukia į jūrą pirmas garlaivis. 1814 m. pirmasis lokomotyvas pradeda savo žygį geležinkeliais. Pagaliau išeina į areną ir elektros mokslas.

Elektros srovės pagrindus davė 1790 m. Galvanis ir Volta, atrasdami galvaninius elementus. Neabejotinai didžiausias savo amžiaus eksperimentininkas Faradėjis surado srovės poveikius, o Amperas ir Omas jos dėsnius. Džaulis apskaičiavo srovės šilumą; Gausas ir Veberis padarė pirmą magnetinį telegrafą, Morzė sugalvojo jam vartojamą abėcėlę, o Reisas padovanojo pasauliui telefoną.

Technika tuo tarpu tiek išsiplėčia, kad jai pasidaro reikalingi savi „išradėjai“. Jų pasiekimai sudaro ištisą grandinę:

Otto išranda vidaus degimo variklį, Edisonas anglies siūlėlių elektrinę lempą, kiną, gramofoną, Daimleris (1885) benzino variklį, Bencas automobilį, anglų dantų gydytojas Dunlopas oro padangą, Hugas ir Liutgė mikrofoną, Zymensas dinamo principą ir kabelį, Lindė oro suskystinimą ir Cepelinas vairuojamą orlaivį.

Tuo tarpu fizika kėlė daugiausia klausimus, kurie buvo tolimi nuo praktikos pritaikymo, bet užtat gilūs savo pažinimo reikšmė: ji įžvelgė į molekulių ir atomų gelmes. Pirmuosius žingsnius šia linkme žengė Kirchhofas ir Bunze-

na s savo spektrine analize. Lašmidtas įstengė 1865 metais apskaičiuoti molekulių skaičių viename kubiniame centimetre. 1887 metais pavyksta išaiškinti elektrolizę, pasigaunant jonų teorijos, o Bekerelis ir Kiuri atranda atomų subyrėjimą urano ir radžio elementuose. Tuo būdu prasideda naujaisi fizikos laikai, spinduliavimo, atomų pakeitimo ir visiškai naujo fizikos pasaulėvaizdžio kūrimo laikai.

Modernioji fizika. Fizika įžengia į laikotarpį, kai ji iškelia sunkiausius klausimus. Pasaulinio garso bandymai (Maichelsonas, Čikaga) iš pradžių sujudina pačius jos pagrindus. Šios knygos apimtyje mes nesuprastume tų bandymų turinio; pakaks pažymėti, jog fizikai turėjo susikurti visai naują pasaulėvaizdį, kad išaiškintų tų bandymų davinius (reliatyvumo teorija). Kai kuriais atžvilgiais šis pasaulėvaizdis praktiškai žmogui atrodo beprasmiškas ar bent nereikšmingas, nes visi technikai ir praktiniam gyvenimui svarbūs dėsniai galioja ir „naujojo“ fizikoj. Bet pats mokslas yra naujos teorijos pastūmėtas didžiuliams naujiems žygiams. Susidomėję laukiame, ką mums atneša kiekvienas naujis metai.

Šios knygos skaitytojams iš naujesniųjų atradimų dar suprantami darbai Herco (elektrinės bangos), Markonio ir Brauno (radijas), Rentgeno (spinduliai) ir Lenardo (katininiai spinduliai). Bet daugybė sričių pasilieka už mūsų šios knygos ribų. Tik vieną pavyzdį teiškelsime iš daugybės, norėdami parodyti tų naujaisių atradimų didumą. Paskutiniaisiais metais atrasti pozitronai, antraip tariant, teigiami be masės elektronai, panašūs į seniau jau pažįstamus neigiamuosius elektronus. Tuo pat maždaug metu atrastieji neutronai yra sudaryti iš neelektrinto atominio branduolio, pvz., iš vandenilio branduolio, nuo kurio nulupti ir neigiamasis (elektronas) ir teigiamasis (pozitronas) krūviai, bet palikta „masė“. Iš šio pavyzdžio matome, kaip fizika nuolatos atsinaujina. Iš to turėtume pasimokyti: fizikoj niekuomet nereiktų pagrindinių dalykų stačiai tvirtinti: taip ir taip yra! bet geriau: pasirėmus šių dienų mokslo daviniais, tatau reikia taip ir taip aiškinti. Vis nauji atradimai papildo ir patobulina mūsų žinojamą. Bet kiekvienas atradimas, kiekviena išspręsta mįslė iškelia

dešimt naujų mįslių. Niekuomet neateis laikai, kada būtų galima pasakyti: „Esame išsprendę visus klausimus“. Visą laiką eis žmogaus varžybos su gamta jai pažinti, paslapčių ištyrimo grandis niekuomet nenutruks. Kiekvieno krašto, kiekvienos tautos, kiekvieno šviesaus žmogaus pareiga yra dėtis į kovą dėl mokslo pažangos.

Turiny

Pusl.

Lietuviškojo vertimo redaktoriaus žodis	3
Pratartis	4

IVADAS

1 skyrius. Kas yra fizika?	5
--------------------------------------	---

I DALIS

Temperatūra ir šiluma

2 skyrius. Kuriuos kūnų būvius skiriame?	11
3 sk. Perėjimas iš vieno būvio į kitą	13
4 sk. Ar kiekviena medžiaga gali būti kieta, skysta ir dujinė?	15
5 sk. Kodėl —273,2 laipsnių temperatūra yra žemiausia?	17
6 sk. Ar turi kūnams įtakos maži temperatūros svyravimai?	19
7 sk. Vanduo 0 ir 4 laipsnių tarpe — išimtis!	23
8 sk. Kur yra „šiluma“?	26
9 sk. Kodėl pavasarį sniegas taip lėtai tirpsta?	29

II DALIS

Mechanika

A. Kietųjų kūnų mechanika

10 skyrius. Kas yra fizikoj jėga?	35
11 sk. Svarbiausioji jėga yra traukos jėga	38
12 sk. Kas sunkesnis, medis ar švinas?	41
13 sk. Nežiūrint žemės traukos jėgos, kūnai gali pasilikti ramybėje	43
14 sk. Trintis	45
15 sk. Kaip jėgos gali veikti kūną	47
16 sk. Jėgos veikia kūnus, kurie gali suktis apie ašį	51
17 sk. Automobilis važiuoja įkalne — ir ko galima iš visa to pasimokyti	54
18 sk. Kas yra AJ?	57

B. Skysčių mechanika

10 sk. Apie pėsčius ir slidininkus, o taip pat apie raketes	60
20 sk. Kodėl negalime panerti povandeniniais laivais ligi giliausių jūrų dugno?	65
21 sk. Archimedo dėsnis	67
22 sk. Kodėl srovės linijų formos?	70

C. Dujų mechanika

23 sk. Šis tas apie oro slėgimą	71
24 sk. Sutirštintas, praretintas ir judantis oras	76

III DALIS

Siūbavimai ir bangos. Garsas

25 skyrius. Siūbavimai ir bangos	82
26 sk. Apie garso šaltinius	88
27 sk. Apie garso greitį ir apie aidinį	91
28 sk. Girdimos ir negirdimos garso bangos	93

IV DALIS

Magnetizmas

Pusl.

29 skyrius. Kas yra magnetas?	97
30 sk. Apie magnetinį ir suktukinį kompasą	100

V DALIS

Elektra

31 skyrius. Elektros krūvis. Elektros rūšys	104
32 sk. Elektros esmė	107
33 sk. Apie krūvius ir perkūniją	111
34 sk. Šis tas apie Faradėjo narvą ir apie kondensatorių	115
35 sk. Elektros srovė ir elektros matai	117
36 sk. Srovės šaltiniai — kišeninės baterijos ir akumulatoriai	122
37 sk. Šis tas apie elektros laidus	127

Elektros srovės veikimas

38 sk. Magnetinis elektros srovės veikimas	129
39 sk. Elektrinis skambutis, rėlė, telegrafas ir matavimo instrumentai	132
40 sk. Cheminis srovės veikimas ir jo pritaikymas	137
41 sk. Šiluminis srovės veikimas: priežastys ir techniškai pritaikymai	141
42 sk. Omo varža ir jos dėsniai	144
43 sk. Kas yra kilovatvalanda?	147
44 sk. Srovės padariniai ir jų apgrėžimas	149
45 sk. Įtaka	150
46 sk. Savo ji įtaka	152
47 sk. Kas yra transformatorius?	153
48 sk. Kodėl kintamoji srovė yra svarbesnė už nuolatinę	156
49 sk. Dūlėjanti šviesa, katodiniai ir Rentgeno spinduliai	157
50 sk. Radiaktyvumas (Radis)	159
51 sk. Telefonas	160
52 sk. Generatoriai (dinamo mašinos) ir elektromotorai	162
53 sk. Kas yra trifazė srovė	165

Elektromagnetinės bangos

54 sk. Virpanti grandinė	165
55 sk. Kas yra elektromagnetinės bangos	167
56 sk. Kam tinka elektroninės lempučių	169
57 sk. Radio veikimo pagrindai	170

VI DALIS

Optika

58 skyrius. Šviesa ir šviesos versmės.	172
59 sk. Kokiais dėsniais sklinda šviesa?	176
60 sk. Atspindys ir lūžis technikoje	179
61 sk. Šviesa, kaip visatos atskleidėja, kaip pasiuntinys iš atomo vidaus, net kaip chemikas	182
62 sk. Visų elektromagnetinių bangų santrauka	188
63 sk. Atspindys ir lūžis technikoje	190
64 sk. Optiniai instrumentai	194

VII DALIS

Priedėlis

65 skyrius. Techniški pritaikymai	201
66 sk. Pagrindinis fizikos dėsnis	209
67 sk. Fizikos istorija	211